Aus dem Institut für Anaesthesiologie
der Universität Würzburg
Vorstand: Professor Dr. med. K. H. Weis

FLÜSSIGKEITS- UND ELEKTROLYTHAUSHALT BEI PARENTERAL ERNÄHRTEN INTENSIVPATIENTEN

INAUGURAL - DISSERTATION

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Wilhelm Schubert
aus Münnerstadt

Würzburg, im Juni 1981

Aus dem Institut für Anaesthesiologie
der Universität Würzburg
Vorstand: Professor Dr. med. K. H. Weis

FLÜSSIGKEITS- UND ELEKTROLYTHAUSHALT BEI PARENTERAL ERNÄHRTEN INTENSIVPATIENTEN

INAUGURAL - DISSERTATION

verfaßt und der
Hohen Medizinischen Fakultät
der
Julius-Maximilians-Universität Würzburg
zur
Erlangung der medizinischen Doktorwürde

vorgelegt von

Wilhelm Schubert
aus Münnerstadt

Würzburg, im Juni 1981

Referent:	Professor Dr. med. K. EYRICH
Korreferent:	Professor Dr. med. E. KERN
Dekan:	Professor Dr. med. K.-H. WULF

Tag der mündlichen Prüfung: 29. 7. 1981

UNIV.
LEIDEN
BIBL.

Gedruckt mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät der
Universität Würzburg

GEWIDMET

MEINER FRAU INGRID

MEINEN ELTERN

UND FRAU PELKA

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41543519_0031

INHALTSVERZEICHNIS

			Seite
I.	EINLEITUNG		3
II.	METHODIK		5
	1.	Patientengut	5
	2.	a) Infusionsprogramm	6
		b) Infusionstechnik	8
		c) Medikamente	8
	3.	Untersuchungen	9
		a) Häufigkeit und Technik der Blutentnahme	9
		b) Urinabnahme, Häufigkeit und Technik	10
	4.	Analysen	11
		a) Elektrolytbestimmungen im Serum	11
		b) Elektrolytbestimmungen im Urin	11
	5.	Bilanzen	12
	6.	Statistische Auswertung der Ergebnisse	13
III.	ERGEBNISSE		14
	1.	Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt der Polytraumagruppe	14
	2.	Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt der Thoraxtraumagruppe	23
	3.	Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt der postoperativen Gruppe	32
	4.	Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt der Tetanusgruppe	42
	5.	Tabellen	50

		Seite
IV.	DISKUSSION DER ERGEBNISSE	60
	1. Grundlagen	60
	2. Flüssigkeitshaushalt	63
	3. Natriumhaushalt	66
	4. Kaliumhaushalt	69
	5. Chloridhaushalt	72
V.	ZUSAMMENFASSUNG	76
VI.	ANHANG	80
VII.	LITERATURVERZEICHNIS	90

I. EINLEITUNG

Die Aufrechterhaltung der Homöostase sowohl des Wasser- als auch des Elektrolythaushaltes ist das Ziel jeder Infusionstherapie vorallem im Rahmen einer parenteralen Ernährung. Die vitalen homöostatischen Funktionen unterliegen normalerweise der analytischen Kontrolle und dem regulatorischen Einfluß des vegetativen und zentralen Nervensystem sowie dem Endokrinium. Der menschliche Organismus ist in bestimmten Grenzen über diese Regulationsmechanismen allein in der Lage, diese Homöodynamik aufrechtzuerhalten. Eine Dekompensation dieser Regelkreise durch Stoffwechselveränderungen besonders nach schweren Traumen und Operationen würde zu erheblichen Dysregulationen der Homöostase führen (27). In Situationen, in denen der menschliche Organismus diesem sogenannten Postagressionsstoffwechsel (2) ausgesetzt ist, und weder orale Ernährung noch Nährstoffzufuhr über eine Sonde erfolgen kann, muß die Homöostase durch bedarfsadaptierte bilanzierte Flüssigkeitstherapie erhalten werden (14).

Die Indikation zur Infusionstherapie ist unter der Voraussetzung der intensivmedizinischen Behandlung bei einer großen Anzahl von Patienten nach Operationen oder Traumen gegeben, fast 10 % aller Krankenhauspatienten benötigen eine partielle, fast 5 % eine komplette parenterale Ernährungstherapie (17).

Im Rahmen einer größeren klinischen Langzeitstudie beobachtete eine Studiengruppe in Würzburg posttraumatische und postoperative Stoffwechsel-Veränderungen bei ausschließlich parenteral ernährten Intensivpatienten (8, 12, 18).

Die vorliegende Arbeit befaßt sich mit dem Teilproblem des Basisbedarfs im Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt von vital gefährdeten Patienten. Regelmäßig wurden bei unseren Untersuchungen der Serumelektrolyte gleichzeitig Hämatokrit und Hämoglobin, Gesamteiweiß, Harnstoff, Kreatinin, Transaminasen, Spurenelemente und Säure-Basenstatus durch kapillare Blutgasanalysen kontrolliert. Diese Parameter wurden in weiteren Dissertationen bearbeitet und vorgelegt (8, 12, 18). Ebenso wurden täglich Flüssigkeitszufuhr und Ausfuhr bilanziert. Die Elektrolytbilanzen wurden retrospektiv aufgestellt.

Der Basisbedarf ist bei uneingeschränkter Leistungsbreite der Kompensationsmechanismen im Elektrolyt- und Wasserhaushalt bei gesunden Erwachsenen im allgemeinen recht konstant.

Operative Eingriffe oder schwere Traumen führen auch bei normaler Ausgangslage zu Änderungen des Basisbedarfs, der nun als korrigierter Basisbedarf zu definieren ist (2).

In dieser Studie wird auf die Flüssigkeits- und Elektrolytbilanzen, die Aufschluß über den korrigierten Basisbedarf und über den tatsächlichen Korrekturbedarf von Intensivpatienten geben sollen, eingegangen.

II. METHODIK

1. PATIENTENGUT

Es wurden 25 Patienten der in der Chirurgischen Universitätsklinik Würzburg gelegenen Wach-, bzw. Intensivstation untersucht, die teils voll, teils konsiliarisch vom Institut für Anästhesiologie betreut wurden. Die Patienten wurden nach einem weitgehend standardisierten Programm parenteral ernährt, einzelne Patienten erhielten zusätzlich Sondennahrung.

Außerdem wurden die Patienten ihrem Krankheitsbild entsprechend medikamentös versorgt und unterlagen der üblichen Intensivpflege. Es handelte sich um 16 Männer und 9 Frauen im Alter von 17 - 65 Jahren. Alle Patienten befanden sich im Zustand vitaler Gefährdung und mußten ständig oder zeitweise künstlich beatmet werden. Lediglich bei 2 Patienten war eine Beatmung nicht notwendig (L. B., W. K.).

Die Patienten lagen mit einer durchschnittlichen Verweildauer von 10 Tagen wenigstens 6 bis höchstens 34 Tagen auf der Wachstation.

Die Patienten wurden nach Krankheitsbildern ausgesucht, 6 Patienten wurden nach einem Polytrauma, 5 nach einem Thoraxtrauma, 12 nach schweren Operationen und 2 nach Wundstarrkrampfinfektion beobachtet (Tabelle über klinischen Verlauf im Anhang).

2. a) Infusionsprogramm

Bei der Auswahl der Infusionen befanden wir uns im Einklang mit zahlreichen Literaturangaben (1, 3, 4, 5, 15, 17, 23), in der Dosierung richteten wir uns nach den Empfehlungen der Arzneimittelkommission der Deutschen Ärzteschaft für Dosierungsgrenzen (29) und nach den Ergebnissen von Untersuchungen mit Langzeitinfusionen (4). Wir wandten dabei ein Standardprogramm an, das aus einem Gemisch dreier Kohlenhydrate und einem bedarfsadaptierten, kristallinen Aminosäurengemisch bestand.

Das Kohlenhydratgemisch (Triofusion 40 %®) enthält Fructose: Xylit: Glucose im Verhältnis 2:1:1, es ist elektrolytfrei. In 1000 ml sind 200 g Fructose, 100 g Xylit, 100 g Glucose entsprechend 6697 Joule (= 1600 kcal).

Das Aminosäurengemisch (Aminofusin L 10 %®) besteht aus 100 g linksdrehenden Aminsäuren und enthält 15, 2 g Stickstoff in 1000 ml, entsprechend 1675 Joule (= 400 kcal) und folgende Elektrolyte: Na^+ 40, 5 mval/l, Cl^- 27, 5 mval/l, Mg^{++} 10 mval/l; $Malat^{--}$ 10 mval/l, Acetat 10 mval/l.

In 24 h wurden 1500 ml Triofusin 40 % und 1000 ml Aminofusin jedem Patienten als Standardinfusionen angeboten, damit wurden also täglich 11 720 Joule (= 2800 kcal) sowie 40, 5 mval Na^+, 30 mval K^+ und 27 mval Cl^- routinemäßig infundiert.

Außerdem erhielten die Patienten bei Bedarf zur Deckung von Flüssigkeitsdefiziten Vollelektrolytlösungen: Na^+ 142 mval/l, K^+ 5 mval/l, Cl^- 109 mval/l, Mg^{++} 5 mval/l, Ca^{++} 2 mval/l, $Lactat^-$ 5 mval/l oder sehr selten über eine Magensonde Tee ohne Elektrolytzusatz, in Ausnahmefällen 5 % Glucoselösungen oder Infusionsgemische: Na^+ 77 mval/l, Cl^- 77 mval/l, 25 g Glucose/l.

Zum Ausgleich von Hypoproteinämien wurden die Plasmaproteinlösungen PPL, Seretin und Humanalbumin, zum Ausgleich von Blutverlusten

Frischblut und Blutkonserven appliziert.

Ferner wurden je nach klinischer Notwendigkeit gemäß den routinemäßig ermittelten Na^+-, K^+- und Cl^- - Werten im Serum täglich den Infusionen Elektrolytzusätze beigegeben, auf eine ausreichend langsame Infusionsgeschwindigkeit wurde geachtet. Alle eben aufgeführten Infusionslösungen einschließlich der Kolloide und Transfusionen sind in den Elektrolytbilanzen und Flüssigkeitsbilanzen mitberücksichtigt.

Aus diesem Grund wurden jeweils 5 Proben Frischblut, Blutkonserven, PPL, Seretin und Humanalbumin im Routinebetrieb der medizinischen Universitätsklinik Würzburg auf ihren Elektrolytgehalt untersucht und der Mittelwert (siehe Abb. 1) in die Bilanz mit einbezogen.

	Na^+ mval/l	K^+ mval/l	Cl^- mval/l
Frischblut	112	2,6	37
Blutkonserve	107	12,5	54
PPL	67	2,4	8,4
Seretin	137	5,0	125
Humanalbumin	134	1,0	29,6

Abb. 1

2. b) Infusionstechnik

Die Infusion erfolgte über Katheter, die über eine Armvene, eine Vena subclavia oder über eine Vena jugularis interna in die Vena cava superior eingelegt wurden und deren Lage röntgenologisch kontrolliert war (7, 11, 20). Auf eine entsprechende Katheterpflege wurde geachtet. Beide Lösungen wurden über 24 h kontinuierlich und synchron infundiert. Da uns keine Tropfenzähler bzw. Infusionsautomaten zur Verfügung standen, unterliegt die Tropfengeschwindigkeit einer gewissen Variationsbreite. Es wurde aber auf die Einhaltung eines festen Infusionsplans geachtet (Abb. 2).

8^{00} - 20^{00}	20^{00} - 8^{00}
Aminofusin 500	Aminofusin 500

8^{00} - 16^{00}	16^{00} - 24^{00}	24^{00} - 8^{00}
Triofusin 500	Triofusin 500	Triofusin 500

Abb. 2: Beispiel für Infusionsplan
(1500 ml Triofusin und 1000 Aminofusin)

2. c) Medikamente

Alle Patienten wurden gemäß ihrem klinischen Bild medikamentös versorgt, die Applikation erfolgte über den zentralen Katheter. Sie waren ausnahmslos mit einer Low Dosis von Liquemin zur Thromboseprophylaxe heparinisiert, Diuretika und Antibiotika wurden nur in ganz seltenen Fällen nach klinischer Notwendigkeit verabreicht.

3. UNTERSUCHUNGEN

a) Häufigkeit und Technik der Blutentnahmen

Am ersten Tag erfolgte die Blutentnahme: 1 Stunde vor Aufnahme des Patienten in unser Programm, 1 Stunde nach Beginn der Infusionen, dann im 24 h Rhythmus bis zum 6. Tag, anschließend gingen wir auf 48 h-Intervalle bis zum Ausscheiden des Patienten sei es durch Umstellung auf orale Nahrung oder durch Umstellung auf ein vollkommen anderes Infusionsprogramm über.

Einige Patienten verstarben an ihrer schweren Grunderkrankung oder erlagen ihren schwersten Verletzungen. Patienten, die bereits nach wenigen Stunden starke Entgleisungen aufwiesen, wurden aus dem Programm genommen.

1	Programm-beginn	2 1h	2 24h	4 48h	5 72h	6 96h	7 120h	8 144h	9 168h	10 192h	usw. usw.
7^{00}	8^{00}	9^{00}	8^{00}	8^{00}	8^{00}	8^{00}	8^{00}	8^{00}	8^{00}	8^{00}	8^{00}
	2.8.75	2.8.	3.8.	4.8.	5.8.	6.8.	7.8.	8.8.	9.8.	10.8.	

Abb. 3: Beispiele für Abnahmeschema der Blutuntersuchungen

Ausnahme:

1) Bei dem Patienten (R.T.) wurde aufgrund der sehr langen Verweildauer im Programm (31 Tage) zuletzt im 72 h-Abstand Blut entnommen

2) Eine Patientin (G.S.) wurde nach einer Operation, die 26 Tage nach der Aufnahme ins Programm notwendig wurde, erneut in den Anfangsrhythmus der Blutabnahmen aufgenommen.

Für unsere Bestimmungen benötigten wir zu jedem Abnahmetermin 25 ml Blut, das über den Vena cava-Katheter entnommen wurde. Vor der Entnahme wurden 5 ml Blut verworfen, damit die gerade infundierte Menge an Kohlenhydraten und Elektrolyten nicht zu verfälschten Ergebnissen führte.

Das Blut wurde nach der Entnahme meist 1 bis 3 mal 10 Minuten bei 3000 U/min bis zur endgültigen Trennung von Serum und Blutkuchen zentrifugiert, der Überstand abpipettiert und bis auf 2 ml Serum in einem Kühlschrank mit $-25^{o}C$ gelagert.

Die 2 ml Serum wurden sofort im Routinebetrieb der Medizinischen Universitätsklinik Würzburg auf die Elektrolyte Na^{+}, K^{+} und Cl^{-} sowie auf das Gesamtprotein untersucht. Diese Bestimmungen wurden dann unmittelbar in die Überwachungsbögen der Intensivpatienten eingetragen, um erneute Blutabnahmen für den Routinedienst zu vermeiden.

Das eingefrorene Serum wurde zur Bestimmung des Insulins, der Kohlenhydrate und für den Autoanalyzer verwendet, wobei diese Untersuchungen erst zu einem späteren Zeitpunkt stattfanden. Für den Transport wurden Kühltaschen mit Trockeneiseinlagen benutzt.

b) Urinabnahme, Häufigkeit und Technik

Die Urinabnahmen erfolgten am 1. Tag im Abstand von 12 Stunden, danach wurde der Urin bis zum 10. Tag im 24 h-Rhythmus für die Elektrolytbestimmungen abgenommen, anschließend wurde auf 48 h-Intervalle übergegangen.

Sämtliche Patienten waren mit einem Dauerkatheter versorgt. Der Urin, der in Einmalbeuteln aufgefangen wurde, wurde bis zum Ende einer Sammelperiode in sterilen Plastikbehältern aufbewahrt und

bilanziert. Die so pro Zeitabstand gewonnene Urinmenge wurde jetzt gut gemischt und 50 ml zur qualitativen Elektrolytanalyse entnommen.

Weitere 50 ml wurden für Bestimmungen, die aus Kostengründen in auswärtigen Laboratorien durchgeführt wurden, eingefroren, nachdem ihnen zur Konservierung einige Kristalle Thymol zugesetzt wurden.

Programm-	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
beginn	12h	24h	48h	72h	96h	120h	144h	168h	192h	usw.
8^{00}	20^{00}	8^{00}	8^{00}	8^{00}	8^{00}	8^{00}	8^{00}	8^{00}	8^{00}	usw.
1.6.75	1.6.	2.6	3.6.	4.6.	5.6.	6.6.	7.6.	8.6.	9.6.	usw.

Abb. 4: Beispiel für Urinabnahmeplan

4. ANALYSEN

a) Elektrolytbestimmungen im Serum

1. Bestimmungen der Serumelektrolyte

a) Na^+ und K^+ wurden flammenphotometrisch bestimmt

b) Cl^- wurde coulometrisch bestimmt

b) Elektrolytbestimmungen im Blut

1. Bestimmungen der Elektrolyte im Blut

a) Na^+ und K^+ wurden ebenfalls flammenphotometrisch ermittelt

b) Cl^- wurde coulometrisch bestimmt

5. BILANZEN

1. Flüssigkeitsbilanzen

Täglich wurden Flüssigkeitsbilanzen erstellt, in denen infundierte Menge gegen Urinverlust berechnet wurden. Außerdem wurden bei einem Teil der Patienten Sondenverluste und oral gegebene Teemengen mitberücksichtigt.

2. Elektrolytbilanzen

Tägliche Elektrolytbilanzen, in denen infundierte gegenüber den Urin ausgeschiedene und über eine Sonde verlorene Elektrolytmenge verglichen wurde, wurden erstellt.

Bei der Elektrolytzufuhr wurden Aminofusin, Voll- und Halbelektrolytlösungen, PPL, Seretin, Humanalbumin, Frischblut und Blutkonserven sowie den Infusionen beigegebene Elektrolytzusätze mitberechnet.

Der größte Anteil am täglichen Elektrolytverlust wurde meist durch Ausscheidung im Urin erzielt, ein kleiner Prozentsatz der Patienten verlor auch Elektrolyte über eine Sonde.

Bei Patienten mit hohem Sondenverlust wurden der Na^+-, K^+- und Cl^--Gehalt bilanzmäßig wichtiger Sekrete, die von Jeanneret, Rosenmund und Esselier untersucht wurden, als Sonderbeispiele mitberücksichtigt.

	Na^+	K^+	Cl^-
Magensaft mval/l	59	9	89
Ilealsekret mval/l	117	5	106
Cöcostomie mval/l	80	20	48

Abb. 5: Natrium-, Kalium- und Chloridionengehalt bilanzmäßig wichtiger Sekrete (runde mittlere Werte nach Jeanneret, Rosenmund und Esselier (Helv. Med. Acta 1954)
Auszug aus Produkt Palette für Infusionstherapie und bilanzierte Ernährung J. Pfrimmer & Co. Erlangen

6. STATISTISCHE AUSWERTUNG DER ERGEBNISSE

Bei der statistischen Auswertung wurden Mittelwert, Maximum und Minimum der nach Krankheitsbildern unterteilten Gruppen untersucht, der Mittelwert wurde für alle Patienten errechnet. Unterschiede zwischen den verschiedenen Krankheitsbildern und der Gesamtgruppe sowie zu stoffwechselgesunden Erwachsenen wurden in der statistischen Prüfung aufgezeigt.

III. ERGEBNISSE

1. FLÜSSIGKEITS- UND ELEKTROLYTHAUSHALT DER POLYTRAUMAGRUPPE (6 Personen)

Es konnten insgesamt sechs Patienten über einen Zeitraum von sieben Tagen in unserem Programm beobachtet werden, vier Patienten wurden bis zum achten Tag, zwei bis zum neunten Tag und ein Patient schließlich bis zum elften Tag kontrolliert.

1. Flüssigkeitsbilanz (s. Abb. 6)

a) Gesamtgruppe

Am ersten Verlaufstag wurden den zu beobachtenden Personen eine mittlere Flüssigkeitsmenge von 3113 ml und am zweiten Tag von 3765 ml substituiert.

Die mittlere Infusionsmenge bewegte sich dann bis zum siebten Tag relativ beständig zwischen 2900 ml und 3100 ml.

Die mittlere Urinausscheidung der Gesamtgruppe betrug am ersten Tag 2862, 5 ml, stieg am zweiten Tag auf 3175 ml, schwankte bis zum siebten Tag zwischen 2402, 5 ml und 2913 ml.

Aus sämtlichen Werten errechnete sich eine mittlere tägliche Flüssigkeitszufuhr von 3095 ml sowie eine mittlere Urinausscheidung von 2993, 8 ml, d.h. ein prozentuales Verhältnis von 111, 8 % zwischen

mittlerer Zufuhr und mittlerer Ausscheidung pro Tag.

b) Einzelpatienten

Die Mittelwerte der infundierten Flüssigkeitsmenge schwankten für die einzelnen Patienten zwischen 2910 ml und 3475 ml, die mittleren Einzelwerte in der Urinausscheidung bewegten sich zwischen 2086 und 3676 ml.

2. Natriumbilanz (s. Abb. 7)

a) Serumnatrium (Normalwerte 137 - 147 mval/l)

Der Mittelwert des Serumnatriumspiegels der Polytraumagruppe blieb bis zum 4. Tag relativ konstant zwischen 138, 8 mval/l und 141, 7 mval/l, er fiel am 5. und 6. Tag mit 135, 4 mval/l und 130, 7 mval/l deutlich unter den Normalwert, stieg aber am 7. und 8. Tag wieder eminent auf 146 mval/l und 147 mval/l an.

Die mittleren Serumnatriumspiegel der einzelnen Patienten zeigten ebenfalls starke Schwankungen von 135, 6 mval/l bis 148, 7 mval/l.

b) Die mittlere Natriumzufuhr der Gesamtgruppe betrug am 1. Tag 197, 8 mval und am 2. Tag 239 mval, dann fiel sie stets kontinuierlich bis zum 6. Tag ab.

Die mittlere Natriumzufuhr der einzelnen Patienten bewegte sich zwischen 104 mval und 222, 8 mval/die.

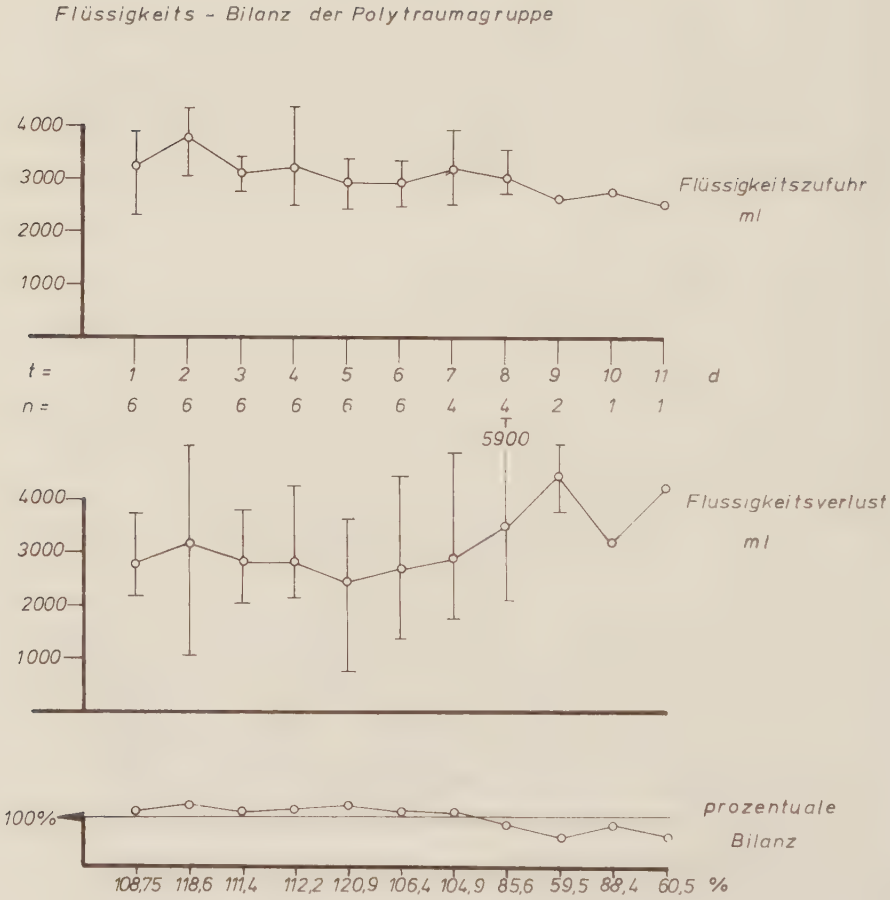

Abb. 6: (Flüssigkeitsbilanz) Verhalten von parenteraler Flüssigkeitszufuhr und ausgeschiedenen Urinvolumina der Polytraumapatienten einschließlich der prozentualen Bilanz Zufuhr/Ausfuhr vom 1.-11. Tag.

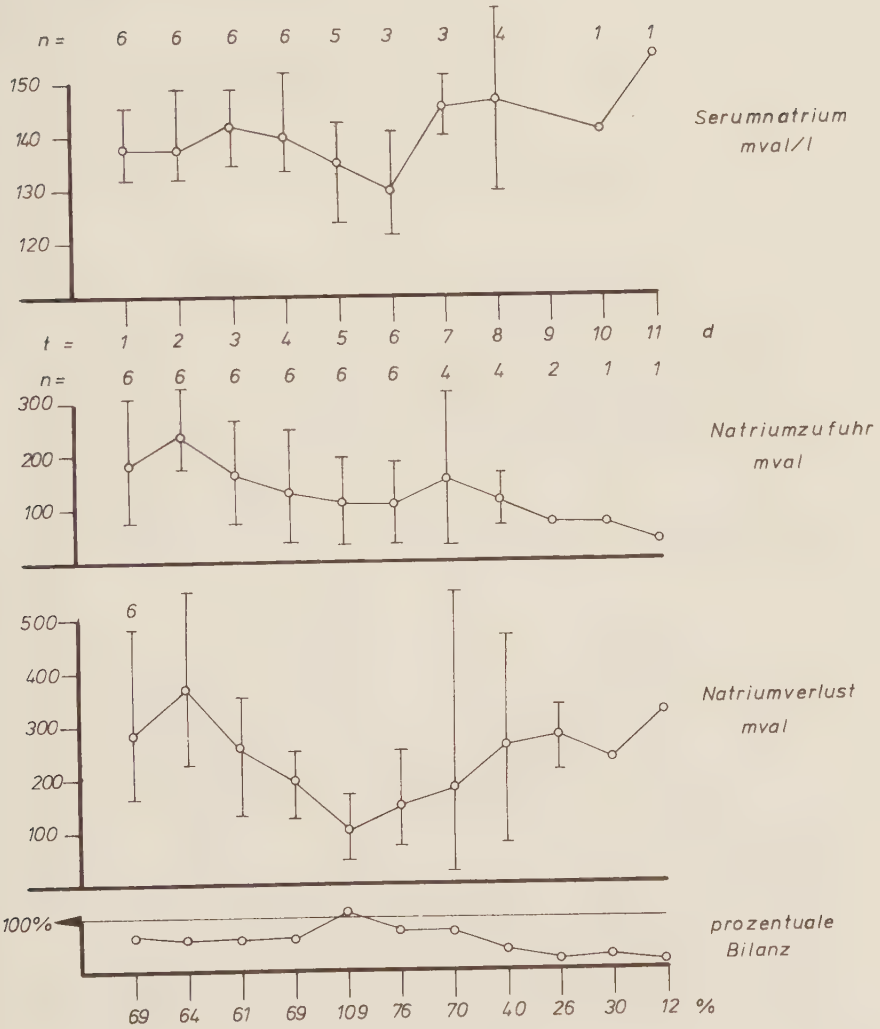

Abb. 7: (Natriumbilanz) Verhalten von Serumnatrium, Natriumzufuhr und Natriumausscheidung sowie prozentuale Bilanz Natriumzufuhr zu Natriumausscheidung der Polytraumapatienten vom 1.-11. Tag

c) Die mittlere Natriumausscheidung der Gesamtgruppe über den Urin stieg von 284, 5 mval des 1. Tages auf das Maximum von 368, 1 mval am 2. Tag und verminderte sich dann bis zum 5. Tag auf 104 mval, ab dem 6. Tag erhöhte sich die Ausscheidung wieder beträchtlich. Die Maxima lagen am 9. und 10. Tag mit 266 mval und 274 mval.

Die mittlere Natriumausscheidung für die einzelnen Patienten lagen zwischen 153, 6 mval und 296 mval/die.

d) Aus sämtlichen Werten der Natriumzufuhr über 7 Tage konnte eine mittlere Natriumzufuhr für die Gesamtgruppe = n-tgl. Zufuhr von 156, 15 mval sowie eine mittlere Natriumausscheidung über den Urin = n-tgl. Ausscheidung von 221, 27 mval berechnet werden, das Verhältnis Zufuhr zu Ausfuhr über 7 Tage betrug also bilanzmäßig 70 %. Werden sämtliche Werte bis zum elften Tag berücksichtigt, so könnte eine n-tgl. Natriumzufuhr von 145, 1 mval sowie ein n-tgl. Natriumverlust von 229, 5 mval, also 63 % bestimmt werden.

3. Kaliumbilanz (s. Abb. 8)

a) Serumkalium (Normalwerte 3, 6 - 5, 5 mval/l)

Als Mittelwerte des Serumkaliumspiegels der Polytraumagruppe wurden am 1. und 2. Tag annähernd Werte um 3, 8 mval/l ermittelt, am 3. Tag stieg dann das Serumkalium auf 4, 3 mval/l an und fiel langsam bis zum 6. Tag auf 4, 0 mval/l. Am 7. Tag erreicht der Mittelwert mit 4, 8 mval/l das Maximum, sank aber am 8. Tag auf 3, 9 mval/l ab.

Die mittleren Serumkaliumwerte der einzelnen Patienten bewegten sich zwischen 3, 65 mval/l und 4, 48 mval/l.

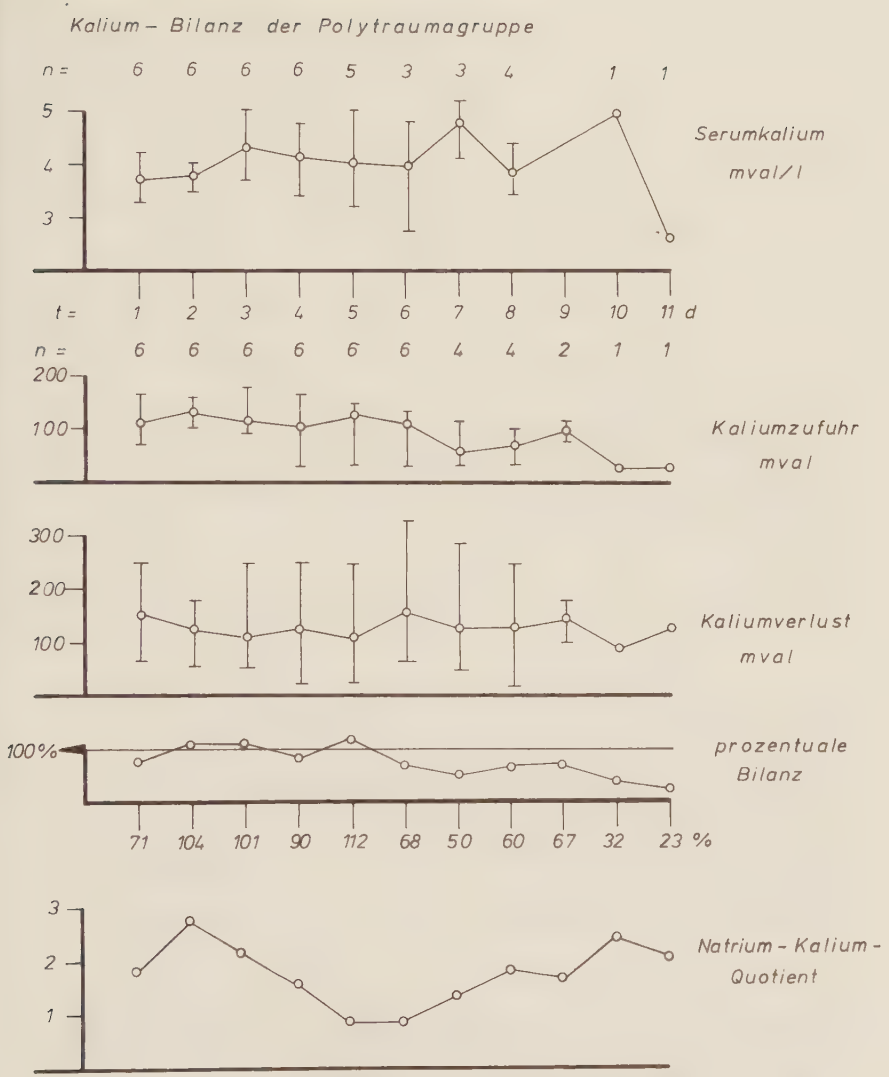

Abb. 8: (Kaliumbilanz) Verhalten von Serumkalium, Kaliumzufuhr, Kaliumausscheidung sowie prozentuale Bilanz Kaliumzufuhr zu Kaliumausscheidung und Natrium-Kalium-Quotient der Polytraumagruppe in der Zeit vom 1. - 11. Tag

b) Die mittlere Kaliumzufuhr der Polytraumagruppe lag bis zum 6. Tag zwischen 107, 5 mval und 135, 9 mval/die, sie sank am 7. Tag auf 64, 5 mval ab und stieg am 8. Tag auf 82, 5 mval und am 9. Tag auf 101, 4 mval an.

Die Mittelwerte der Kaliumzufuhr für die Einzelpatienten schwankten zwischen 62, 17 mval und 141, 32 mval/die.

c) Nach einem mittleren Kaliumverlust von 156 mval am 1. Tag bewegten sich die Mittelwerte ohne große Schwankungen zwischen 110, 9 mval und 129, 5 mval/die bis zum 5. Tag, der 6. Tag brachte das Maximum mit 156, 25 mval, anschließend blieb der Mittelwert ebenfalls wieder recht konstant zwischen 130 mval und 145 mval die.

Die mittleren Verluste der Patienten selbst schwankten zwischen 65, 4 mval und 134, 4 mval/die, allerdings befand sich in dieser Gruppe ein Patient (C. H.) mit deutlich erhöhtem Wert von 245, 8 mval die.

d) Aus sämtlichen Werten konnte eine mittlere Kaliumzufuhr über 7 Tage = n-tgl. Zufuhr von 111 mval/die sowie eine mittlere Kaliumausscheidung = n-tgl. Verlust von 132, 1 mval/die bestimmt werden, das Verhältnis Zufuhr zu Ausscheidung betrug 84 %. Ohne den entgleisten Patient (C. H.) zeigte sich eine n-tgl. Zufuhr von 101, 7 mval/die sowie ein n-tgl. Verlust von 107, 5 mval/die, bilanzmäßig also 94, 6 %.

e) Der Natrium-Kalium-Quotient als Hinweis auf einen Hyperaldosteronismus (10, 13, 19, 21) war während der ersten 4 Beobachtungstage für die Gesamtgruppe im Normbereich zwischen 1, 6 und 2, 85, er fiel aber am 5. und 6. Tag in den korrekturbedürftigen Bereich um 0, 95 ab, normalisierte sich aber dann in den darauffolgenden Tagen.

4. Chloridbilanz (s. Abb. 9)

a) Serumchlorid (Normalwerte 94 - 110 mval/l)

Die Mittelwerte des Serumchlorids der Gesamtgruppe lagen bis zum 5. Tag sehr konstant zwischen 105 mval/l und 103 mval/l, am 6. Tag trat das Minimum mit 99, 8 mval/l auf, am 7. Tag und 8. Tag wurden ebenfalls wieder konstante Werte von 104 mval/l erzielt.

Die Mittelwerte für die einzelnen Patienten schwankten zwischen 96, 7 mval/l und 114 mval/l.

b) Die höchste mittlere Chloridzufuhr wurde an den ersten beiden Tagen mit 224, 3 mval und 255, 9 mval substituiert, anschließend reduzierte sich der Mittelwert der Chloridzufuhr langsam bis zum 7. Tag auf 131, 9 mval ab.

Die Mittelwerte für die einzelnen Patienten schwankten zwischen 123, 3 mval und 221 mval/die.

c) Die mittlere Chloridausscheidung der Gesamtgruppe betrug am 1. Tag 127, 55 mval, sie erreichte am 2. Tag das Maximum mit 209 mval und sank dann kontinuierlich bis zum 5. Tag auf das Minimum mit 98, 7 mval. Ab dem 6. Tag stieg dann der mittlere Chloridverlust wieder langsam an.

Die Mittelwerte für die einzelnen Patienten schwankten zwischen 64, 5 mval und 267, 2 mval/die.

d) Unter Berücksichtigung sämtlicher Werte bis zum 7. Tag ergab sich eine tägliche mittlere Chloridzufuhr = n-tgl. Zufuhr von 187, 29 mval sowie ein n-tgl. Verlust von 149, 06 mval, der Bedarf von Zufuhr zu Ausscheidung wurde also mit 125 % gedeckt. Werden alle Werte bis zum elften Tag statistisch ausgewertet, so errechnete sich eine n-tgl. Zufuhr von 176, 1 mval sowie eine n-tgl. Ausfuhr von 158, 4 mval, die Bedarfsdeckung entsprach also 111, 2 %.

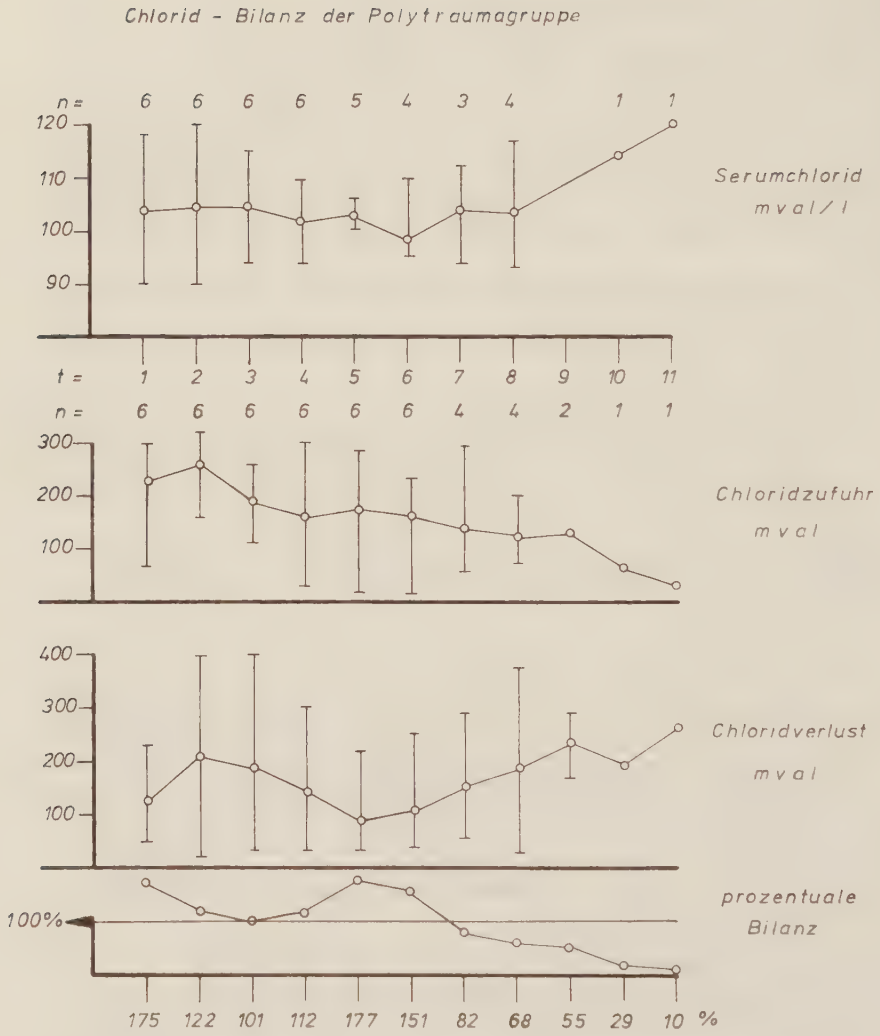

Abb. 9: (Chloridbilanz) Verlauf von Serumchlorid, Chloridzufuhr und Chloridausscheidung sowie prozentuale Bilanz Chloridzufuhr zu Chloridausscheidung der Polytraumapatienten vom 1. - 11. Tag

2. FLÜSSIGKEITS- UND ELEKTROLYTHAUSHALT DER THORAXTRAUMAGRUPPE (5 Personen)

Es wurden insgesamt fünf Patienten in unserem Programm beobachtet, nach acht Tagen schieden drei Patienten aus, der vierte Patient konnte bis zum vierzehnten und der fünfte bis zum zweiundzwanzigsten Tag analysiert werden.

1. Flüssigkeitsbilanz (s . Abb. 10)

a) Gesamtgruppe

Am ersten Verlaufstag wurden den zu beobachtenden Personen eine mittlere Flüssigkeitsmenge von 4456 ml und am zweiten Tag von 3356 ml substituiert.

Bis zum sechsten Tag traten nur geringfügige Schwankungen von 2765 ml bis 3225 ml pro Tag auf, am siebten Tag stieg die mittlere Flüssigkeitsmenge auf 3890 ml an und fiel am achten Tag auf 3220 ml ab. Vom neunten Tag an wurden relativ konstante Flüssigkeitsmengen zwischen 2500 ml und 3325 ml infundiert.

Ausnahme: am achtzehnten Tag wurden 4650 ml substituiert.

Die mittlere Urinausscheidung der Gesamtgruppe betrug am ersten Tag 3807,4 ml, am zweiten Tag 3382,2 ml und am dritten Tag 3610 ml. Ab dem vierten Tag zeichnete sich ein kontinuierlicher Abfall der Werte zwischen 2853 ml und 3000 ml ab. Ab dem neuten Tag variierte die mittlere Urinausscheidung mit starken Schwankungen zwischen 1850 ml und 4282,5 ml.

Aus sämtlichen Werten bis zum achten Tag errechnete sich eine mittlere tägliche Flüssigkeitszufuhr von 3403,6 ml sowie eine mittlere Urinausscheidung von 3097 ml, d.h. ein prozentuales Verhältnis von 109 % zwischen mittlerer Zufuhr und mittlerer Ausscheidung.

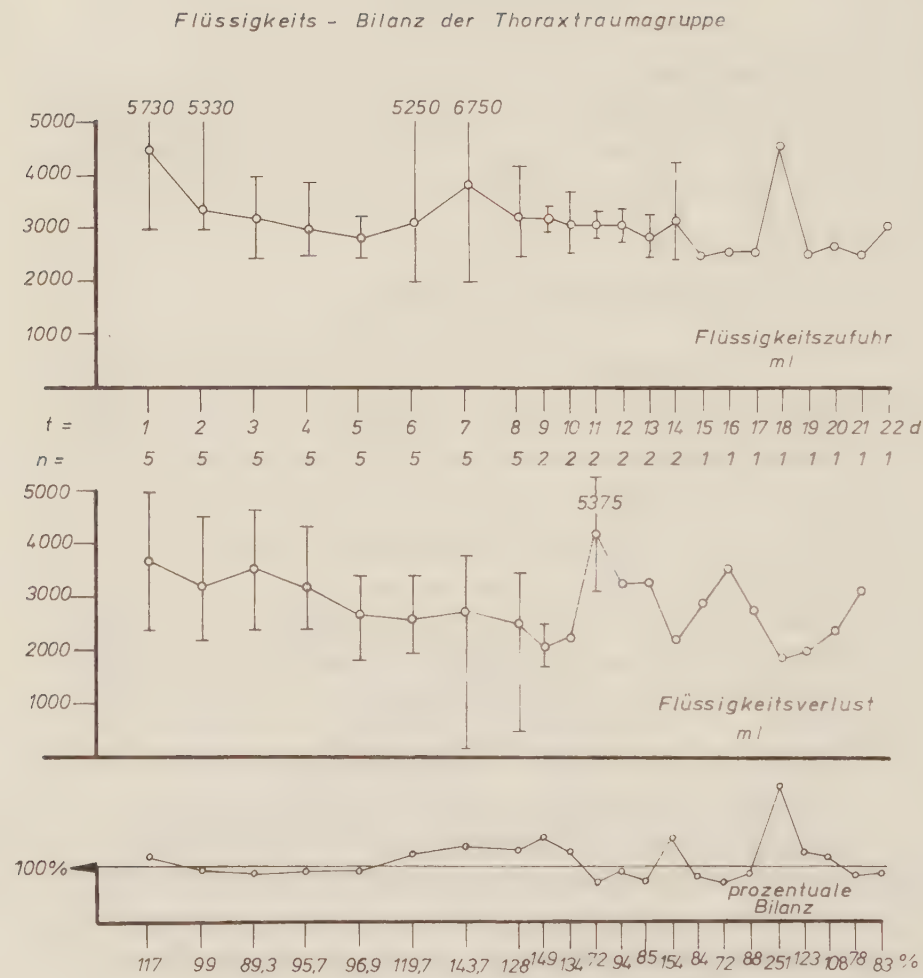

Abb. 10: (Flüssigkeitsbilanz) Verhalten von parenteraler Flüssigkeitszufuhr und ausgeschiedenen Urinvolumina der Thoraxtraumapatienten einschließlich der prozentualen Bilanz Zufuhr/Ausfuhr vom 1. - 22. Tag

Werden hingegen alle Werte bis zum zweiundzwanzigsten Tag analysiert, errechnete sich eine n-tgl. Zufuhr von 3266, 4 ml sowie eine n-tgl. Ausscheidung von 3019, 2 ml, die prozentuale Bilanz betrug also 108, 2 %.

b) Einzelpatienten

Die Mittelwerte der infundierten Flüssigkeitsmengen schwankten für die einzelnen Patienten zwischen 2500 ml und 4050 ml, die mittleren Einzelwerte in der Urinausscheidung zwischen 2303 ml und 3329 ml.

2. Natriumbilanz (s. Abb. 11)

a) Serumnatrium (Normalwerte 137 - 147 mval/l)

Die Mittelwerte zeigten in den ersten acht Tagen einen konstanten Verlauf zwischen 143 mval/l und 150 mval/l, grobe Schwankungen wurden nicht registriert. Vom neunten bis zum zweiundzwanzigsten Tag lagen die mittleren Serumspiegel zwischen 130 mval/l und 142 mval/l.

Die mittleren Serumnatriumspiegel der einzelnen Patienten bewegten sich zwischen 138 mval/l und 161 mval/l.

b) Die mittlere Natriumzufuhr der Gesamtgruppe erreichte am ersten Tag das Maximum mit 300 mval, fiel vom zweiten Tag von 166, 73 mval bis zum fünften Tag auf 80, 8 mval ab, anschließend stieg sie wieder geringfügig an.

Die mittlere Natriumzufuhr der einzelnen Patienten lag zwischen 81 mval und 176, 9 mval/die.

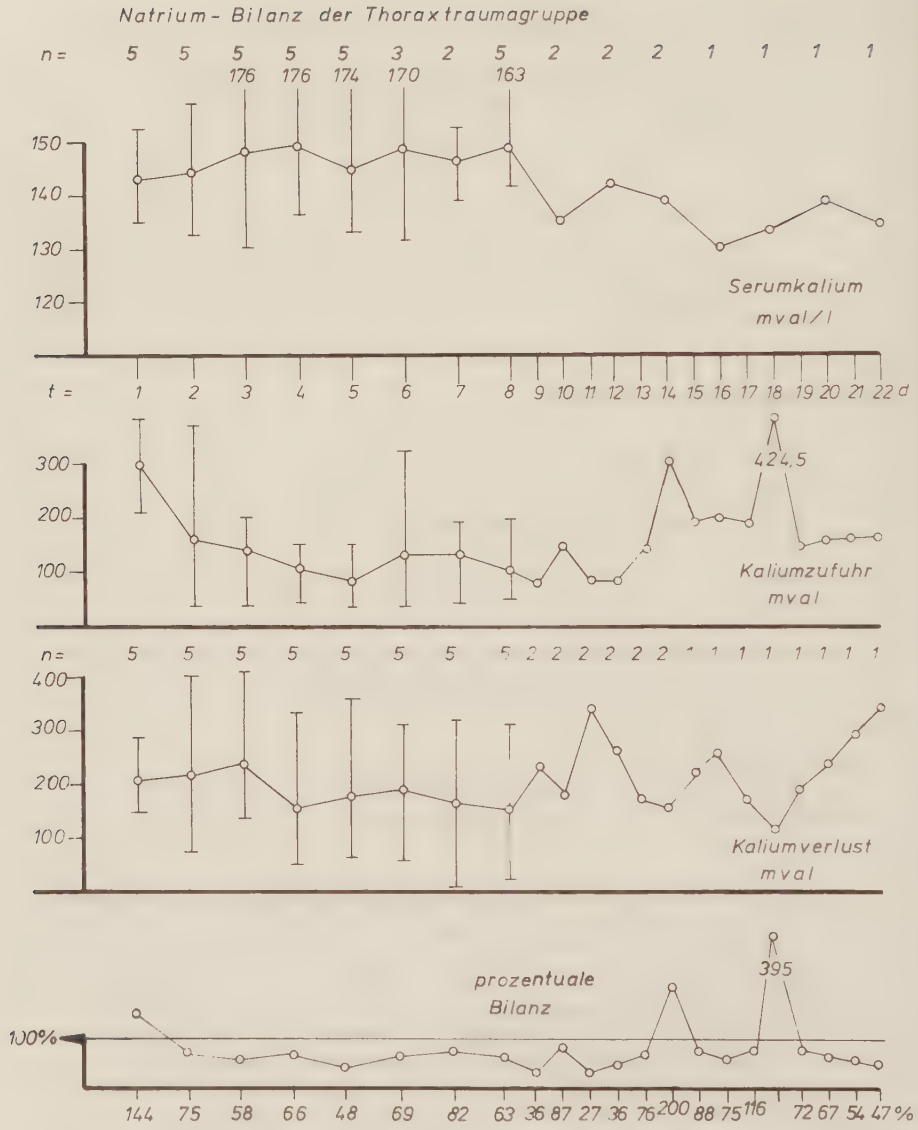

Abb. 11: (Natriumbilanz) Verhalten von Serumnatrium, Natriumzufuhr und Natriumausscheidung sowie prozentuale Bilanz Natriumzufuhr zu Natriumausscheidung der Thoraxtraumapatienten vom 1. - 22. Tag.

c) Die mittlere Natriumausscheidung der Gesamtgruppe bewegte sich in den ersten drei Tagen zwischen 207, 9 mval und 246, 4 mval, sie sank in den folgenden Tagen auf Werte zwischen 157, 7 mval und 190 mval. Ab dem neunten Tag wurden wieder größere Schwankungen von 339 mval bis 107 mval registriert.

Die mittlere Natriumausscheidung für die einzelnen Patienten lag zwischen 74, 7 mval und 283, 1 mval/die.

d) Aus sämtlichen Werten bis zum achten Tag errechnete sich eine n-tgl. Zufuhr von 145, 5 mval sowie ein n-tgl. Verlust von 191, 4 mval für die Gesamtgruppe, das entspricht einem Verhältnis von Zufuhr zu Ausfuhr über acht Tage von 76 %. Würden hingegen sämtliche Werte über die gesamte Verlaufszeit berücksichtigt, so ergäbe sich eine n-tgl. Zufuhr von 151, 9 mval sowie eine n-tgl. Ausscheidung von 208, 7 mval, entsprechend einem prozentualen Verhältnis von 72 %.

3. Kaliumbilanz (s. Abb. 12)

a) Serumkalium (Normalwerte 3, 6 - 5, 5 mval/l)

Die Mittelwerte des Serumkaliumspiegels der Thoraxtraumapatienten lagen am ersten Tag bei 3, 8 mval/l, am zweiten Tag bei 3, 5 mval/l und am dritten Tag bei 4, 3 mval/l. Bis zum achten Tag schwankten die Mittelwerte dann zwischen 4, 1 mval/l und 4, 6 mval/l, ab dem neunten Tag traten Werte von 3, 0 mval/l bis 5, 0 mval/l auf.

Die mittleren Serumkaliumwerte bewegten sich zwischen 3, 9 mval/l und 4, 3 mval/l.

b) Die Mittelwerte der Kaliumzufuhr erreichten am ersten Tag das Maximum mit 136, 3 mval, bis zum sechsten Tag fielen sie stetig

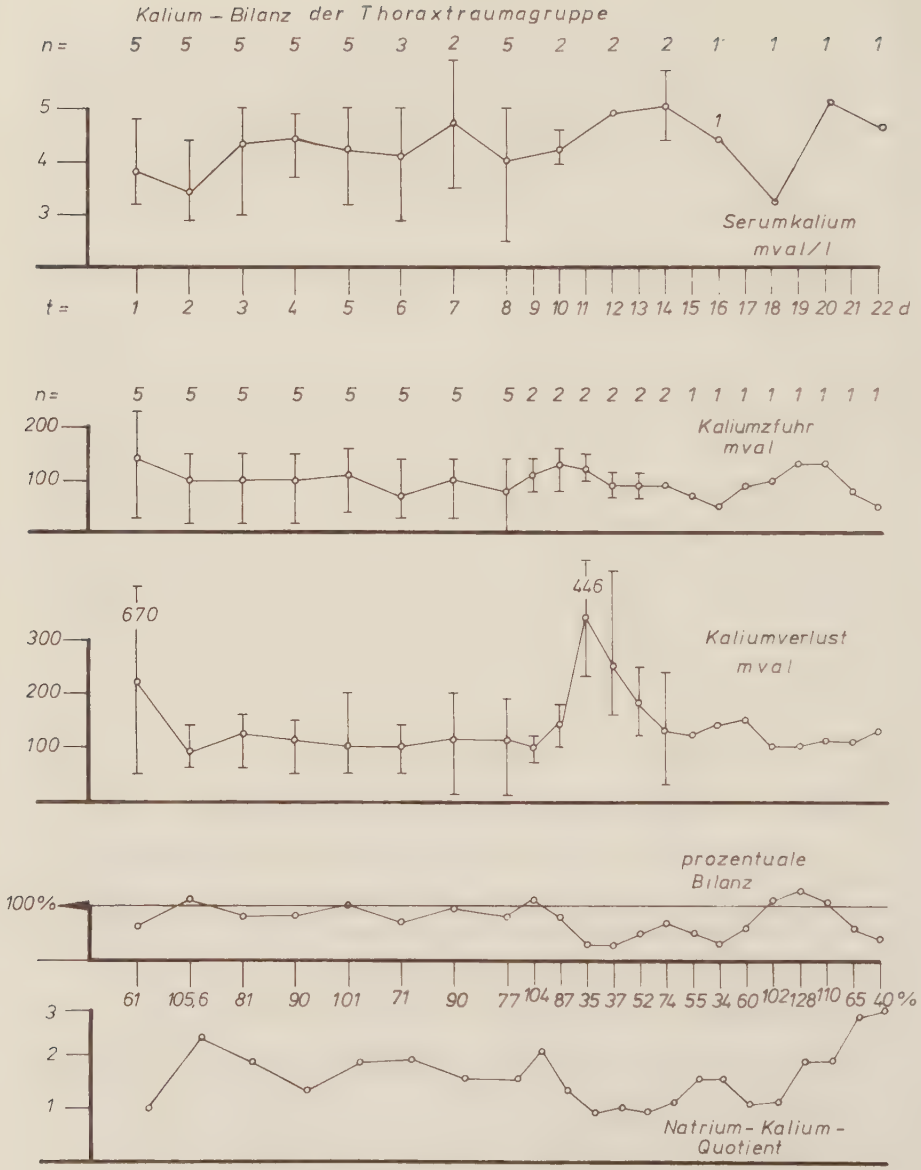

Abb. 12: (Kaliumbilanz) Verhalten von Serumkalium, Kaliumzufuhr, Kaliumausscheidung sowie prozentuale Bilanz Kaliumzufuhr zu Kaliumausscheidung und Natrium-Kalium-Quotient der Thoraxtraumapatienten in der Zeit vom 1. - 22. Tag

auf 74, 9 mval ab, in den restlichen Tagen wurden Werte zwischen 50 mval und 130 mval/die beobachtet.

Die Mittelwerte der Kaliumzufuhr für die Einzelpatienten bewegten sich zwischen 84, 8 mval und 124, 6 mval/die.

c) Der höchste mittlere Kaliumverlust wurde am ersten Tag mit 222 mval erreicht, bis zum achten Tag lagen dann die Mittelwerte zwischen 96 mval und 115 mval/die. Danach kam es zu größeren Schwankungen zwischen 106 mval und 341 mval/die bis zum zweiundzwanzigsten Tag.

Die Mittelwerte der einzelnen Patienten lagen zwischen 86, 5 mval und 181, 6 mval/die. In dieser Gruppe befand sich ein entgleister Patient (M. S.) mit maximalem Verlust von 670 mval am ersten Tag.

d) Eine mittlere Kaliumzufuhr über acht Tage von 101, 6 mval/die sowie ein mittlerer Kaliumverlust über acht Tage von 123, 9 mval pro Tag der Thoraxtraumapatienten konnten bestimmt werden, das entspricht einem Verhältnis von Zufuhr zu Ausfuhr von 82 %. Ohne den entgleisten Patienten (M. S.) würde sich eine n-tgl. Zufuhr von 100, 2 mval sowie eine n-tgl. Ausfuhr von 109, 5 mval errechnen, das Verhältnis Zufuhr zu Ausfuhr über acht Tage würde also 91, 5 % betragen.

Berücksichtigte man sämtliche Werte über die gesamte Verlaufsbeobachtung der Thoraxtraumagruppen, so würde eine n-tgl. Zufuhr von 100, 8 mval sowie eine n-tgl. Ausfuhr von 139, 2 mval errechnet werden, die prozentuale Bilanz wäre also 72, 4 %.

e) Der Natrium-Kalium-Quotient betrug am ersten Tag 0, 93, am zweiten Tag 2, 3, bis zum achten Tag bewegte er sich zwischen 2, 0 und 1, 38. Größere Schwankungen traten dann bis zum zweiundzwanzigsten Tag zwischen 1, 0 und 3, 1 auf.

4. Chloridbilanz (s. Abb. 13)

a) Serumchlorid (Normalwerte 94 - 110 mval/l)

Die Mittelwerte des Serumchlorid blieben vom ersten bis zum fünften Tag konstant zwischen 100, 5 mval/l und 105, 7 mval/l, am sechsten Tag registrierte sich ein leichter Abfall auf 98, 5 mval/l, am siebten Tag betrug der Mittelwert 103, 7 mval/l und am achten Tag 96, 9 mval/l. In den restlichen Beobachtungstagen schwankten die Werte zwischen 96, 6 mval/l und 101, 7 mval/l.

Die Mittelwerte für die einzelnen Patienten bewegten sich zwischen 96, 1 mval/l und 110, 7 mval/l.

b) Am ersten Tag wurde mit 316 mval die höchste mittlere Chloridzufuhr substituiert, am zweiten Tag fiel sie auf 199, 8 mval ab und schwankte dann bis zum achten Tag zwisch3n 124, 9 mval und 167, 7 mval. In den folgenden Verlaufstagen bewegte sich die Zufuhr zwischen 405, 5 mval und 120, 4 mval/die.

Die Mittelwerte für die einzelnen Patienten lagen zwischen 128 mval und 195, 5 mval/die.

c) Die mittlere Chloridausscheidung der Gesamtgruppe betrug am ersten Tag 156, 5 mval, sie fiel bis zum achten Tag ohne nennenswerte Schwankungen auf 50, 4 mval ab. Bis zum zweiundzwanzigsten Beobachtungstag zeigten sich Unterschiede von 36, 3 mval bis 183, 7 mval.

Die Mittelwerte für die einzelnen Patienten lagen zwischen 33, 9 mval und 123 mval/die.

d) Unter Berücksichtigung sämtlicher Werte bis zum achten Tag ergab sich eine n-tgl. Zufuhr von 171, 5 mval und eine n-tgl. Ausfuhr von 74, 6 mval, das entsprach einer Bedarfsdeckung von 229 %. Nimmt

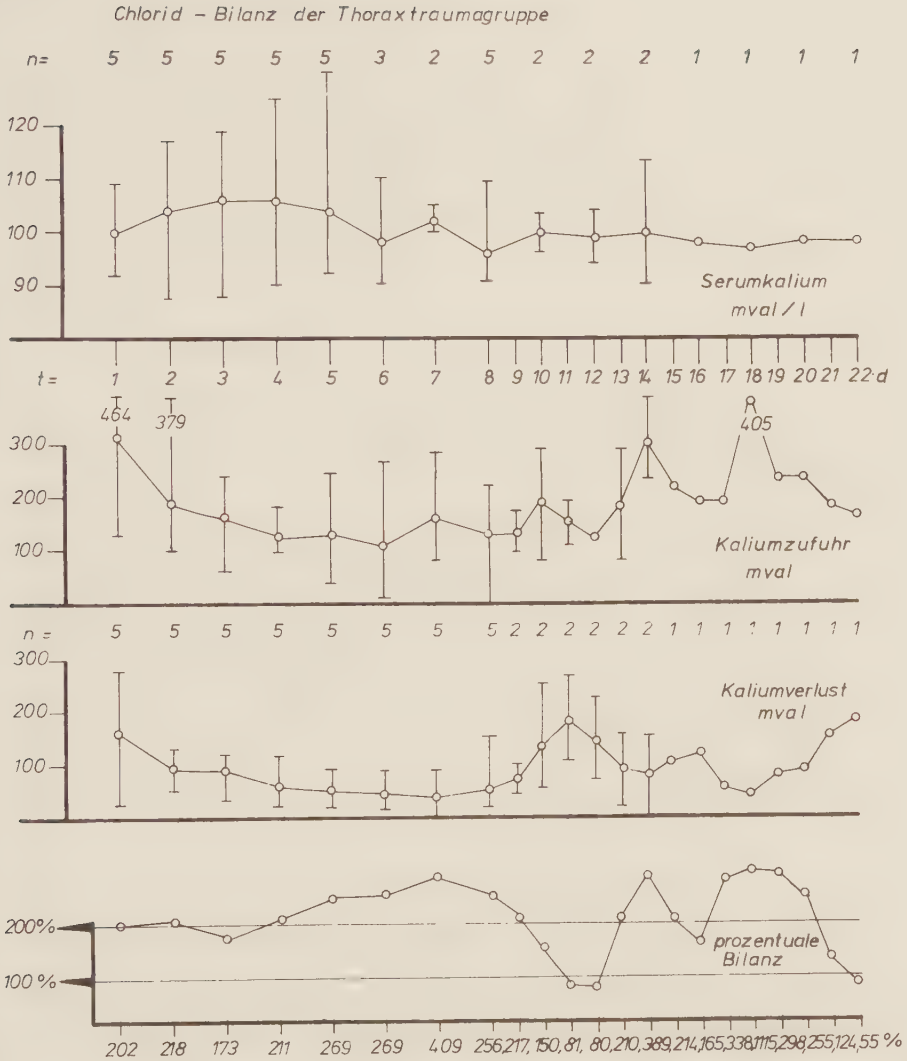

Abb. 13: (Chloridbilanz) Verlauf von Serumchlorid, Chloridzufuhr und Chloridausscheidung sowie prozentuale Bilanz Chloridzufuhr zu Chloridausscheidung der Thoraxtraumapatienten vom 1. - 22. Tag.

man dagegen die Werte aller Beobachtungstage, so wird eine n-tgl. Chloridzufuhr von 181 mval sowie ein n-tgl. Chloridverlust von 84,5 mval entsprechend 214 % errechnet. Ohne Berücksichtigung des entgleisten Patienten (M.S.) würden eine n-tgl. Zufuhr von 178,7 mval sowie eine n-tgl. Ausfuhr von 92,2 mval, also 193,8 % bestimmt.

3. FLÜSSIGKEITS- UND ELEKTROLYTHAUSHALT DER POSTOPERATIVEN GRUPPE (12 Personen)

Es wurden in unserem Programm insgesamt 12 Patienten kontrolliert, über sechs Tage wurden alle analysiert, am siebten Tag befanden sich noch zehn Patienten, am achten Tag noch acht, am neunten Tag fünf, am zehnten Tag vier, vom elften bis vierzehnten Tag drei, vom fünfzehnten bis sechszehnten zwei Patienten in unserem Programm, ein Patient konnte schließlich bis zum einunddreißigsten Tag beobachtet werden.

1. Flüssigkeitsbilanz (s. Abb. 14)

a) Gesamtgruppe

In den ersten vier Tagen blieben die Mittelwerte der Flüssigkeitszufuhr für die postoperative Gruppe konstant zwischen 3535 ml und 3678 m, am fünften Tag stieg der Mittelwert auf 3827 ml an, vom sechsten bis zum zwölften Tag schwankten die Mittelwerte zwischen 4055 ml und 4455 ml, ab dem dreizehnten Tag fielen sie wieder kontinuierlich bis auf 3370 ml am 16. Tag ab. Die Werte der Flüssigkeits-

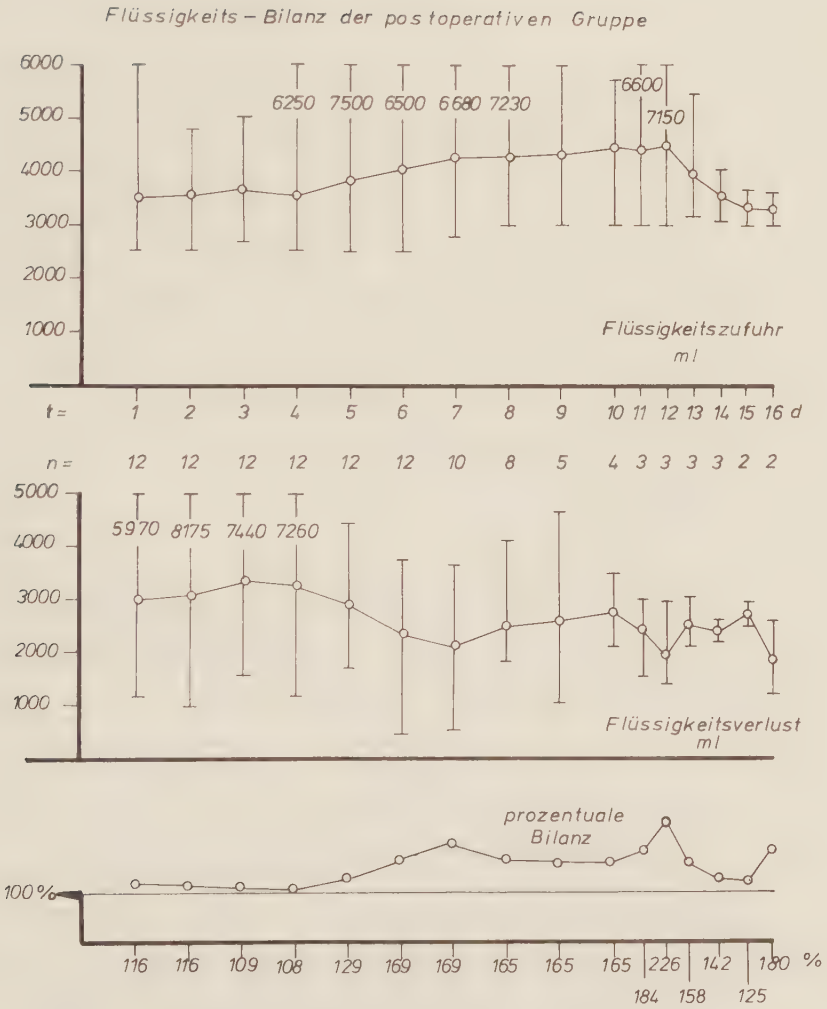

Abb. 14: (Flüssigkeitsbilanz) Verhalten von parenteraler Flüssigkeitszufuhr und ausgeschiedenen Urinvolumina der postoperativen Patienten einschließlich der prozentualen Bilanz Zufuhr/Ausfuhr in der Zeit vom 1. - 16. Tag.

zufuhr des Patienten, der bis zum 31. Tag kontrolliert werden konnte, schwankten nun zwischen 3000 ml und 4350 ml.

Im Urin wurden im Mittel während der ersten vier Tage zwischen 3027 ml und 3374 ml ausgeschieden, ab dem fünften Tag sank die Ausscheidung auf Mittelwerte von 1862 ml bis 2960 ml. Die Urinausscheidung des Patienten (R. T.), der bis zum 31. Tag analysiert wurde, bewegte sich von hier ab zwischen 1185 ml und 3695 ml. Aus sämtlichen Werten bis zum sechsten Tag konnte eine n-tgl. Zufuhr von 3700 ml sowie eine n-tgl. Ausfuhr von 3013 ml bestimmt werden, die Bilanz betrug also 122 %. Über sechzehn Tage errechnete sich eine n-tgl. Zufuhr von 3915 ml sowie eine n-tgl. Ausfuhr von 2628 ml entsprechend 149 %, über die gesamte Verlaufsdauer eine n-tgl. Zufuhr von 3801 ml sowie eine n-tgl. Ausfuhr von 2739 ml entsprechend 138, 8 %.

b) Einzelpatienten

Die Mittelwerte der infundierten Flüssigkeitsmengen bewegten sich zwischen 2858 ml und 5643 ml, die mittleren Einzelwerte in der Urinausscheidung zwischen 1874 ml und 4938 ml.

2. Natriumbilanz (s. Abb. 15)

a) Serumnatrium (Normalwerte 137 - 147 mval/l)

Die Mittelwerte bleiben in den ersten acht Tagen konstant zwischen 142 mval/l und 145, 1 mval/l für die gesamte Gruppe, der neunte und zehnte Tag brachten die Maxima mit 150 mval/l und 150, 5 mval/l, vom elften bis zum sechzehnten Tag waren die Werte zwischen 141 mval/l und 148, 5 mval/l. Der im Programm verbliebene letzte Patient zeigte nun Serumspiegel von 120 mval/l bis 138 mval/l.

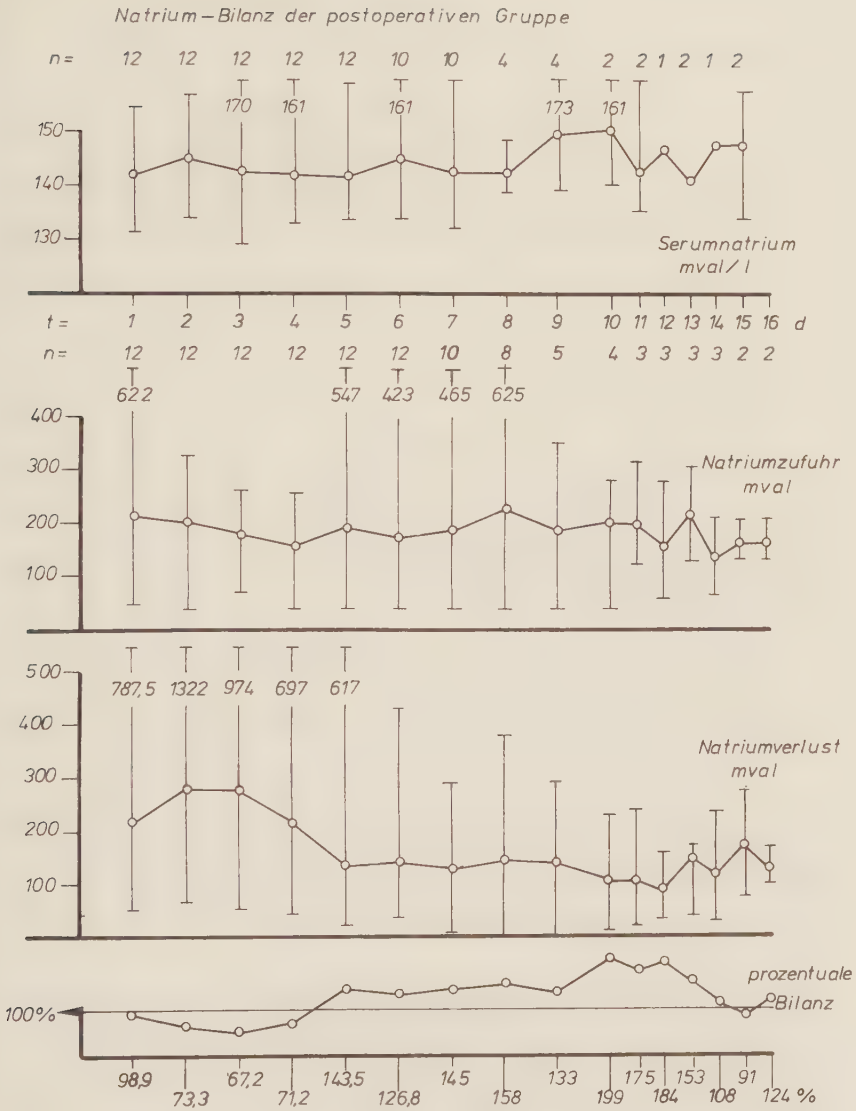

Abb. 15: (Natriumbilanz) Verhalten von Serumnatrium, Natriumzufuhr und Natriumausscheidung sowie prozentuale Bilanz Natriumzufuhr zu Natriumausscheidung der postoperativen Patienten vom 1. - 16. Tag

Die mittleren Serumnatriumspiegel der einzelnen Patienten lagen zwischen 134 mval/l und 157 mval/l.

b) Die mittlere Natriumzufuhr betrug am ersten Tag 214, 5 mval, am zweiten Tag 200, 9 mval, bis zum siebten Tag lag sie zwischen 155, 4 mval und 199, 5 mval, am achten Tag betrug sie 188, 6 mval. Vom neunten bis zum sechzehnten Tag waren die Mittelwerte zwischen 129 mval und 201, 9 mval. Fur den letzten Patienten gab es Schwankungen ab dem siebzehnten Tag von 40, 5 mval bis 216, 75 mval.

Die mittlere Natriumzufuhr der einzelnen Patienten lag zwischen 73, 8 mval und 418 mval/die.

c) Die mittlere Natriumausscheidung der Gesamtgruppe bewegte sich bis zum vierten Tag von 215, 3 mval und 274, 6 mval, ab dem fünften Tag fiel sie sehr drastisch auf 139 mval ab und schwankte dann bis zum neunten Tag zwischen 128, 5 mval und 141, 3 mval. Vom zehnten bis zum sechzehnten Tag lagen die Mittelwerte zwischen 101, 4 mval und 179, 1 mval, das Minimum wurde am zwölften Tag mit 80, 3 mval erreicht . Der letzte Patient schied vom siebzehnten bis zum einunddreißigsten Tag zwischen 34 mval und 215 mval aus.

Die mittlere Natriumausscheidung für die einzelnen Patienten lagen zwischen 74 mval und 262, 8 mval, zwei entgleiste Patienten mit einer mittleren Ausscheidung von 44 mval (F. H.) und 686 mval (U. R.) befanden sich in dieser Gruppe.

d) Unter Berücksichtigung sämtlicher Werte bis zum 6. Tag ergaben sich eine n-tgl. Zufuhr von 187, 95 mval sowie eine n-tgl. Ausscheidung von 209, 5 mval, das entsprach einer Bedarfsdeckung von 89, 7 %. Werden alle Werte bis zum 16. Tag berücksichtigt, so ändern sich n-tgl. Zufuhr auf 188, 8 mval und n-tgl. Ausfuhr auf 167, 3 mval entsprechend einer Bilanz von 112, 8 %. Werden alle

Werte der Gesamtgruppe bilanziert, dann wäre eine n-tgl. Zufuhr von 184, 4 mval und eine n-tgl. Ausfuhr von 157, 8 mval bestimmt worden, die prozentuale Bilanz wäre dann 116, 8 %.

Ohne die entgleisten Patienten (F.H. und U.R.) ergäbe sich aus sämtlichen Ergebnissen eine n-tgl. Zufuhr von 188, 2 mval und eine n-tgl. Ausfuhr von 133, 5 mval entsprechend 140, 9 %.

3. Kaliumbilanz (s. Abb. 16)

a) Serumkalium (Normalwerte 3, 6 - 5, 5 mval/l)

Die Mittelwerte des Serumkaliumspiegels der postoperativen Gruppe bewegten sich vom ersten bis zum sechsten Tag zwischen 3, 84 mval/l und 4, 26 mval/l, am siebten Tag fand ein Anstieg auf 4, 5 mval/l statt, vom achten bis zehnten Tag konnten Werte zwischen 4, 27 mval/l und 4, 67 mval/l ermittelt werden.

Ab dem elften Tag traten größere Schwankungen zwischen 4, 6 mval/l und 4, 4 mval/l auf. Der im Programm verbliebene letzte Patient zeigte bis zu seinem Ausscheiden Werte zwischen 3, 4 mval/l und 4, 4 mval/l.

Die mittleren Serumkaliumwerte für die einzelnen Patienten lagen zwischen 3, 5 mval/l und 4, 9 mval/l.

b) Die Mittelwerte der Kaliumzufuhr blieben bis zum fünften Tag konstant zwischen 93, 6 mval und 99, 6 mval, am sechsten Tag wurde das Maximum mit 121, 4 mval erreicht, am siebten Tag fiel der Mittelwert wieder auf 97, 4 mval ab und stieg am achten Tag auf 118, 5 mval an. Vom neunten bis zum sechzehnten Tag konnten Mittelwerte zwischen 75 mval und 136, 25 mval ermittelt werden. Ab dem

siebzehnten Tag traten für den letzten Patienten Schwankungen in der Zufuhr von 30 mval bis 116, 25 mval auf.

Die Mittelwerte in der Kaliumzufuhr für die einzelnen Patienten lagen zwischen 66 mval und 142, 5 mval/die.

c) Die Verlaufskurve der mittleren Kaliumausscheidung zeigte bis zum neunten Tag einen relativ ruhigen Verlauf mit Werten zwischen 87, 6 mval und 118, 7 mval, vom zehnten bis zum sechzehnten Tag dagegen schwankten die Mittelwerte zwischen 84, 5 mval und 153, 2 mval. Die Werte für den im Programm verbliebenen Patienten lagen vom sechzehnten bis zum einunddreißigsten Tag zwischen 42, 6 mval und 145, 1 mval.

Die Mittelwerte der einzelnen Patienten bewegten sich zwischen 101 mval und 279 mval/die.

d) Unter Berücksichtigung sämtlicher Werte bis zum sechsten Tag konnten eine n-tgl. Zufuhr von 101, 03 mval sowie eine n-tgl. Ausscheidung von 104, 35 mval errechnet werden, das entsprach einer Bedarfsdeckung von 96, 8 %.

Werden die Werte aller Patienten bis zu ihrem letzten Verlaufstag berücksichtigt, so würden eine n-tgl. Zufuhr von 99 mval und eine n-tgl. Ausfuhr von 101, 9 mval bestimmt werden, die prozentuale Bilanz wäre dann 97, 15 %.

e) Der Natrium-Kalium-Quotient betrug im Mittel vom ersten bis vierten Tag 1, 83 bis 2, 74, am fünften Tag fiel der Mittelwert auf 1, 35 ab und schwankte bis zum sechzehnten Tag von 0, 85 bis 1, 56. Ab dem siebzehnten Tag konnten für den letzten im Programm verbliebenen Patienten Werte zwischen 0, 5 und 3, 78 ermittelt werden.

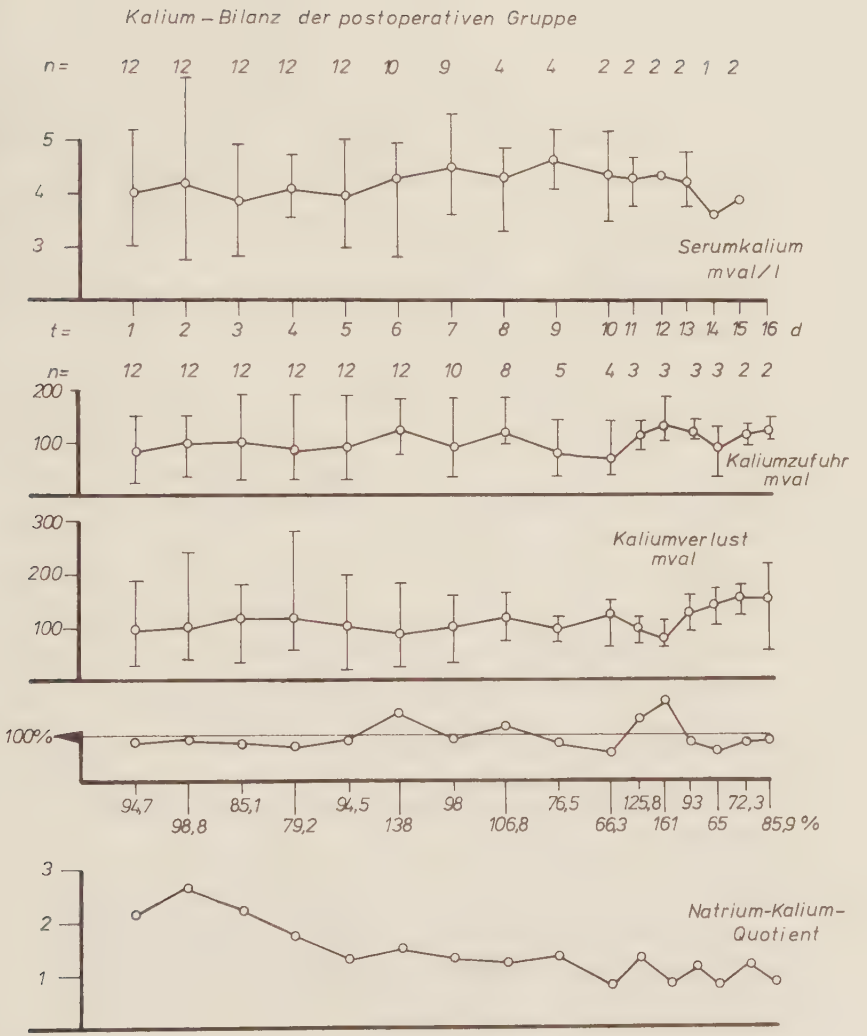

Abb. 16: (Kaliumbilanz) Verhalten von Serumkalium, Kaliumzufuhr, Kaliumausscheidung sowie prozentuale Bilanz Kaliumzufuhr zu Kaliumausscheidung und Natrium-Kalium-Quotient der postoperativen Patienten vom 1. - 16. Tag

4. Chloridbilanz (s. Abb. 17)

a) Serumchlorid (Normalwerte 94 - 110 mval/l)

Nach einem Mittelwert der Serumchlorids am ersten Tag von 107 mval/l traten in der Verlaufskurve bis zum achten Tag nur geringfügige Schwankungen von 101, 5 mval/l bis 105, 1 mval/l auf. Vom neuten bis fünfzehnten Tag lagen die Mittelwerte zwischen 96, 2 mval/l und 108, 6 mval/l mit einem Minimum von 82, 6 mval/l am elften Tag. Auch der ab dem siebzehnten Tag allein im Programm verbliebene Patient zeigte ab hier größere Schwankungen von 78, 4 mval/l bis 111, 2 mval/l.

Die Mittelwerte für die einzelnen Patienten konnten von 95, 3 mval/l bis 116, 4 mval/l errechnet werden.

b) Die Mittelwerte der Chloridzufuhr zeigten am ersten und zweiten Tag annähernd 196 mval, am dritten Tag 175, 3 mval und am vierten Tag 150, 2 mval. Der sechste und achte Tag brachten die höchsten Mittelwerte mit 217, 6 mval und 243 mval, an den übrigen Tagen schwankten sie zwischen 134 mval und 208 mval. Für den letzten Patienten lagen dann die Werte zwischen 75 mval und 215 mval.

Die Mittelwerte für die einzelnen Patienten schwankten zwischen 96, 6 mval und 368, 7 mval/die.

c) Die mittlere Cloridausscheidung blieb bis zum dritten Tag zwischen 191, 2 mval und 216 mval, sie fiel am vierten Tag auf 150, 2 mval und am fünften und sechsten Tag auf 94, 7 mval bzw. 92, 8 mval. Vom siebten bis zum sechzehnten Tag schwankte sie zwischen 86, 8 mval und 125 mval.

Der nun allein im Programm beobachtete Patient zeigte auch Schwankungen im Bereich von 75 mval bis 191, 8 mval.

Die Mittelwerte in der Chloridausscheidung der einzelnen Patienten

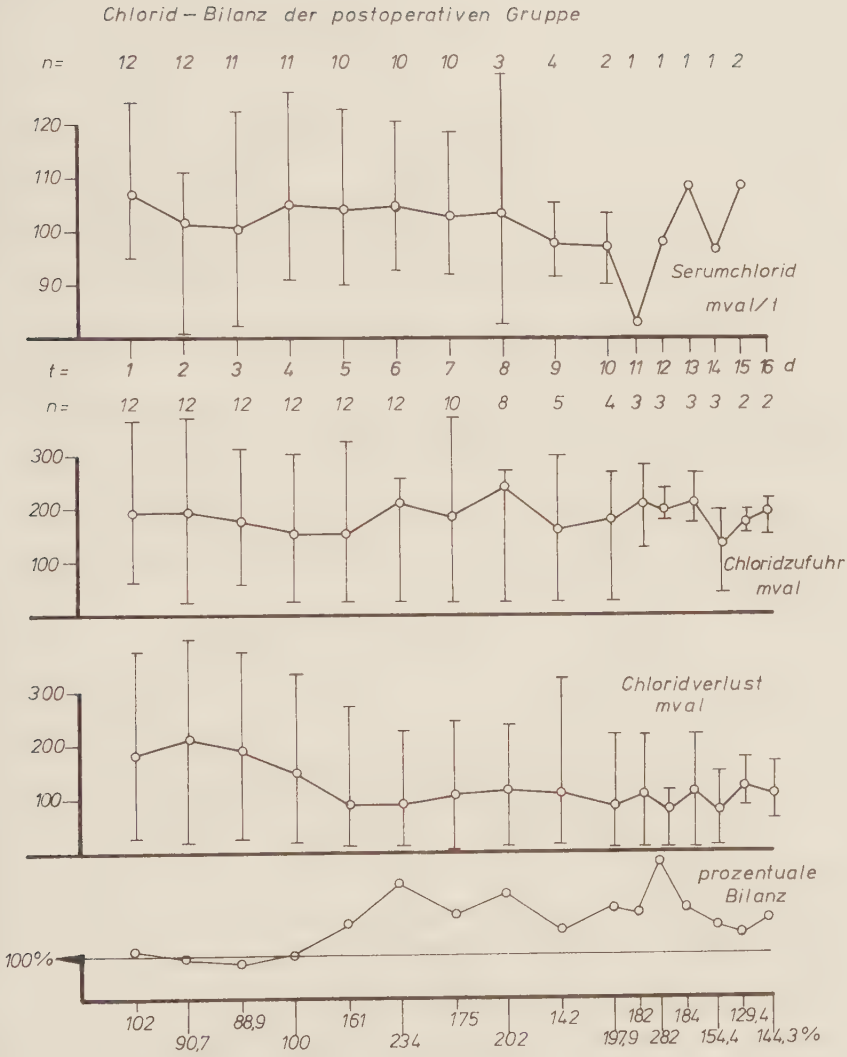

Abb. 17: (Chloridbilanz) Verlauf von Serumchlorid, Chloridzufuhr und Chloridausscheidung sowie prozentuale Bilanz Chloridzufuhr zu Chloridausscheidung der postoperativen Patienten vom 1. - 16. Tag

schwankten zwischen 40, 6 mval und 247, 1 mval. In dieser Gruppe befanden sich zwei entgleiste Patienten (U.R.) mit 451, 1 mval und (F.H.) mit 11, 2 mval.

d) Unter Berücksichtigung sämtlicher Werte bis zum sechsten Tag konnte eine n-tgl. Zufuhr von 181, 4 mval sowie eine n-tgl. Ausfuhr von 157, 2 mval errechnet werden, das entsprach einer Bedarfsdeckung von 115 %. Nimmt man die Werte aller Beobachtungstage, so errechneten sich eine n-tgl. Zufuhr von 180, 6 mval und eine n-tgl. Ausfuhr von 138, 4 mval, entsprechend 130, 5 %. Ohne die entgleisten Patienten könnte eine n-tgl. Zufuhr bis zum sechsten Tag von 175, 1 mval und eine n-tgl. Ausfuhr von 133, 75 mval entsprechend 130, 9 % ermittelt werden. Würden alle Beobachtungstage ohne die entgleisten Patienten berücksichtigt werden, so käme man auf eine n-tgl. Zufuhr von 175, 7 mval sowie eine n-tgl. Ausfuhr von 131, 6 mval, das ergäbe bilanzmäßig 133, 5 %.

4. FLÜSSIGKEITS- UND ELEKTROLYTHAUSHALT DER TETANUSGRUPPE (2 Personen)

Zwei Patienten, die an Tetanus erkrankt waren, wurden in dieser Studie analysiert, der eine Patient (P.B.) wurde über 20 Tage, der andere Patient (G.S.) über 32 Tage beobachtet.

Auf eine Mittelwertskurve wurde wegen der geringen Anzahl der Patienten verzichtet, für jeden wurde eine Verlaufskurve angefertigt.

1. Flüssigkeitsbilanz (s. Abb. 18)

Die tägliche Flüssigkeitszufuhr für P. B. schwankte zwischen 2500 ml und 3500 ml, für G. S. zwischen 1250 ml und 7100 ml. Als mittlere Flüssigkeitszufuhr errechnete sich für P. B. 3060 ml, für G. S. 3378 ml.

Der tägliche Flüssigkeitsverlust über den Urin betrug für P. B. zwischen 2025 ml und 4025 ml, für G. S. zwischen 1090 ml und 5210 ml.

Als mittlerer täglicher Urinverlust wurde für P. B. 3110 ml ermittelt, für G. S. 3196 ml.

Das Verhältnis von gesamter Flüssigkeitszufuhr zu Flüssigkeitsverlust ergab bei P. B. 98, 5 %, bei G. S. 108, 4 %.

2. Natriumbilanz (s. Abb. 19)

a) Serumnatrium (Normalwerte 137 - 147 mval/l)

Die Serumnatriumwerte lagen für P. B zwischen 153 mval/l und 145 mval/l, für G. S. zwischen 125 mval/l und 168 mval/l. Für P. B. errechnete sich ein mittlerer Serumwert von 139 mval/l, für G. S. ein mittlerer Wert von 142 mval/l.

b) Die tägliche Natriumzufuhr schwankte bei P. B. zwischen 40, 5 mval und 227 mval, bei G. S. zwischen 40, 5 mval und 607 mval.

Bei P. B. ergab sich eine mittlere Zufuhr von 96, 5 mval, bei G. S. von 170, 7 mval.

c) Die tägliche Natriumausscheidung über den Urin bewegte sich bei P. B. zwischen 43 mval und 342 mval, bei G. S. zwischen 52 mval und 535 mval.

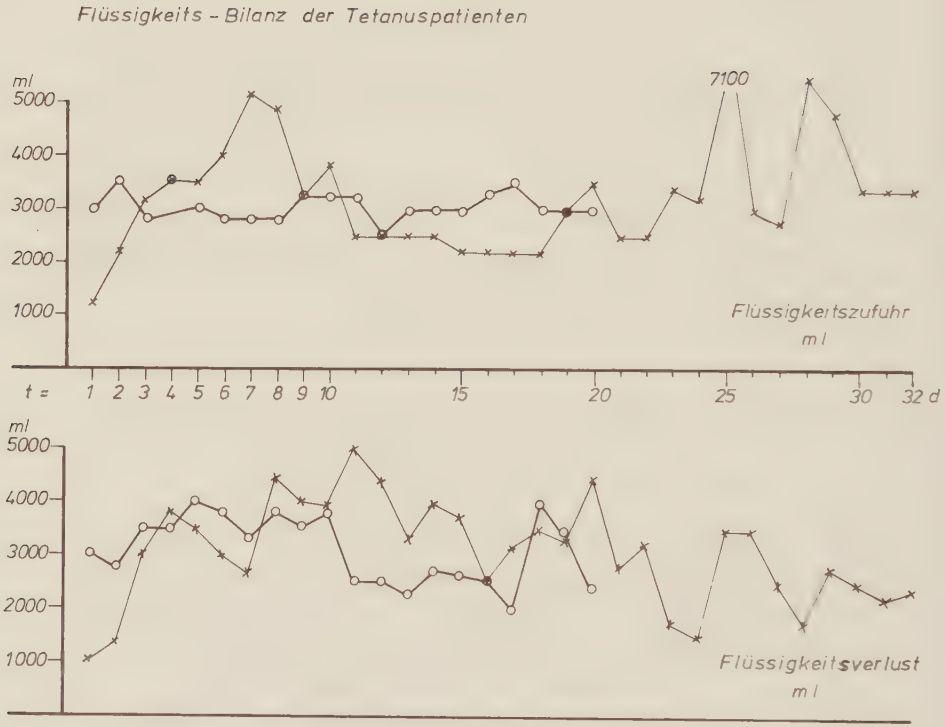

Abb. 18: (Flüssigkeitsbilanz) Verhalten von parenteraler Flüssigkeitszufuhr und ausgeschiedenen Urinvolumina der Tetanuspatienten in der Zeit vom 1. - 32. Tag.
\+ - P. B.
o - G. S.

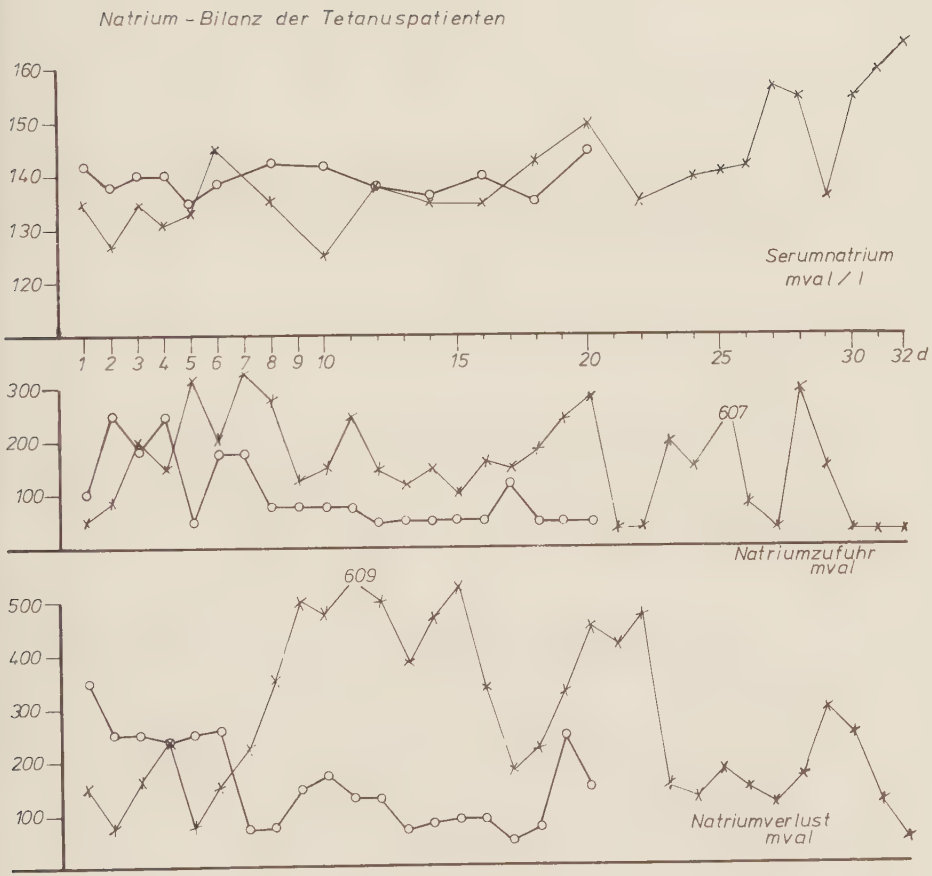

Abb. 19: (Natriumbilanz) Verhalten von Serumnatrium, Natriumzufuhr und Natriumausscheidung der Tetanuspatienten vom 1. - 32. Tag

\+ = P. B.
o = G. S.

Der mittlere Natriumverlust betrug bei P. B. 166, 1 mval, bei G. S. 279, 7 mval.

Die Bedarfsdeckung, das Verhältnis Natriumzufuhr zu Natriumverlust, ergab also für P. B. 58 %, für G. S. 61 %.

3. Kaliumbilanz (s. Abb. 20)

a) Serumkalium (Normalwerte 3, 6 - 5, 5 mval/l)

Das Serumkalium lag für P. B. zwischen 3, 0 und 5, 0 mval/l, für G. S. zwischen 2, 3 und 6, 5 mval/l.

Als mittlerer Serumwert imponierte für P. B. 4, 1 mval/l, für G. S. 3, 8 mval/l.

b) Täglich wurden P. B. 30 mval Kalium bis 182 mval Kalium substituiert, G. S. erhielt zwischen 16 mval und 255 mval Kalium. Die mittlere Kaliumsubstitution betrug für P. B. 82, 7 mval, für G. S. 143, 3 mval/die.

c) Die tägliche Kaliumausfuhr lag bei P. B. zwischen 44 mval und 396 mval, bei G. S. zwischen 56 mval und 274 mval.

Ein täglicher mittlerer Verlust von 191, 6 mval errechnete sich für P. B., bei G. S. betrug er 158, 7 mval.

Prozentual wurden bei P. B. 43, 1 % der über den Urin verlorenen Kaliummenge ersetzt, bei G. S. 90, 25 %.

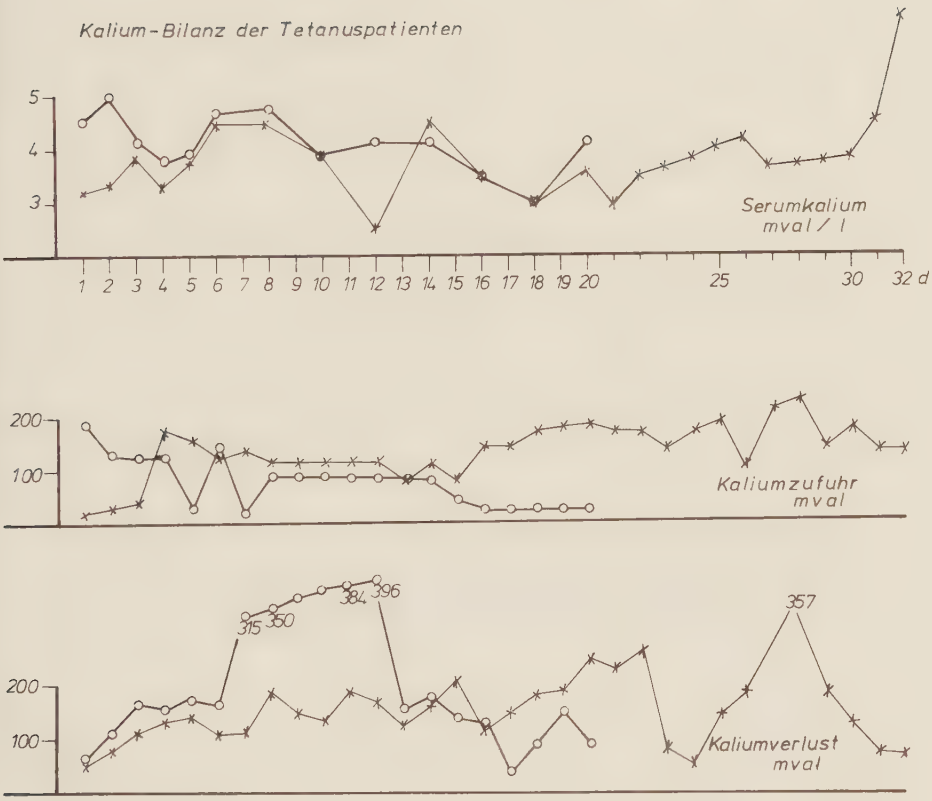

Abb. 20: (Kaliumbilanz) Verhalten von Serumkalium, Kaliumzufuhr, Kaliumausscheidung der Tetanuspatienten vom 1.-32. Tag

\+ = P. B.
o = G. S.

4. Chloridbilanz (s. Abb. 21)

a) Serumchlorid (Normalwerte 94 - 110 mval/l)

Für P. B. verlief die Serumchloridkurve zwischen 92, 6 mval/l und 108, 2 mval/l, für G. S. zwischen 92 mval/ und 126, 6 mval/l.

Als Mittelwerte konnten für P. B. 101, 2 mval/l, für G. S. 106, 8 mval/l bestimmt werden.

b) Die tägliche Chloridzufuhr schwankte bei P. B. zwischen 27 mval und 290 mval, bei G. S. zwischen 29, 6 mval und 552 mval. Der Mittelwert lag bei P. B. bei 125, 2 mval, bei G. S. bei 224, 7 mval.

c) Die Werte in der täglichen Urinausscheidung von Chlorid lagen zwischen 20 mval und 198 mval bei P. B., bei G. S. zwischen 40 mval und 343 mval.

Im Mittel schied P. B. täglich 91, 3 mval, G. S. 169, 5 mval aus. Aus diesen Mengen errechnete sich ein Verhältnis von Zufuhr zu Ausfuhr für G. S. von 132, 6 %, für P. B von 137, 2 %.

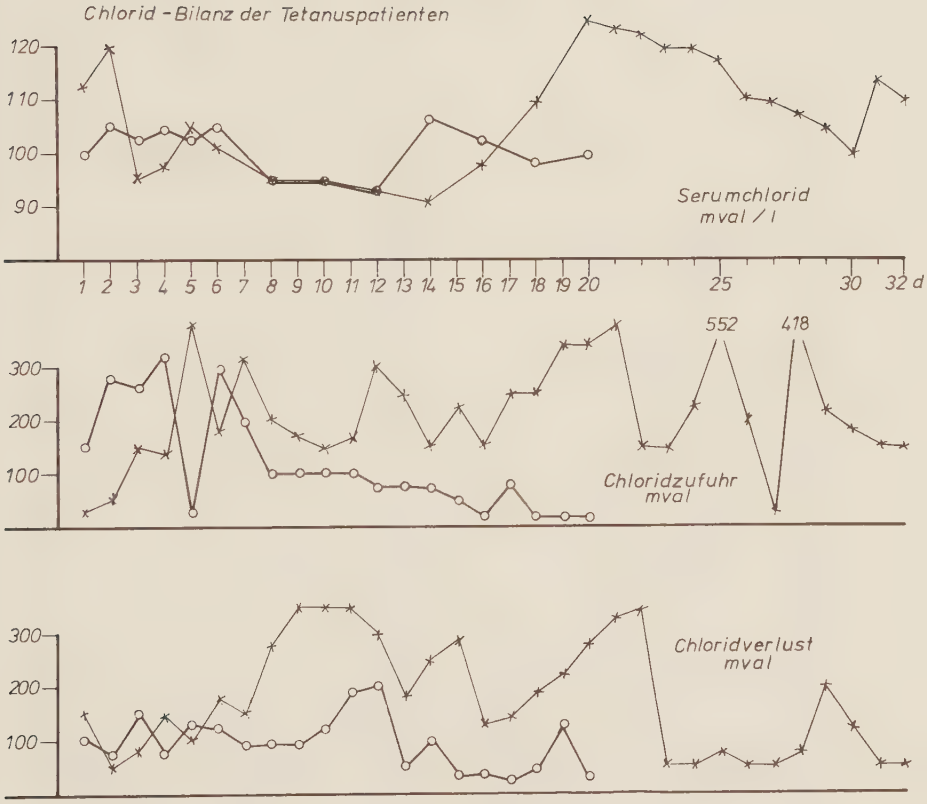

Abb. 21: (Chloridbilanz) Verlauf von Serumchlorid, Chloridzufuhr und Chloridausscheidung der Tetanuspatienten vom 1. - 32. Tag

\+ = P. B.
o = G.S.

5. TABELLEN

(Polytrauma 1-4)

Patient	Programm-dauer (Tage)	Serumspiegel (mval/l)			Elektrolytzufuhr (mval)				Elektrolytverlust (mval)			
		M W	max	min	M W	max	min	ges.	M W	max	min	ges.
1. Ko. S.	7	135	145	122	138, 9	324, 5	40, 5	972, 7	212, 8	550, 8	34	1389, 7
2. B. F.	7	138, 8	146	133	222, 8	315	190	1560	192, 6	323	67	1348
3. G. H.	8	136, 1	141	129	104	181	40, 5	832, 5	232, 3	428	126, 8	1858, 8
4. I. R.	8	140, 8	151	133	170, 9	252, 8	74, 8	1367, 3	153, 6	230	102, 8	1229, 3
5. C. H.	9	148, 6	165	132	130	288	71, 3	1170, 2	296	542, 8	91, 8	2664, 5
6. E. K.	11	143, 4	132	160	123, 1	303, 5	40, 5	1354, 2	262	419	135, 8	2882, 8

Tab. 1: (Na^+-Bilanz): Übersicht über den Mittelwert, Maximum und Minimum des Serumnatriumspiegels, der Natriumzufuhr und Natriumausscheidung während der Programmdauer der einzelnen Patienten, außerdem Gesamtdosis der Natriumzufuhr- und - ausscheidung

Patient	Programm-dauer (Tage)	Serumspiegel (mval/l)			Elektrolytzufuhr (mval)				Elektrolytverlust (mval)			
		M W	max	min	M W	max	min	ges.	M W	max	min	ges.
1. Ko. S.	7	3, 65	4, 2	3, 5	62, 1	112, 8	30	435, 2	97, 7	193	30	684, 2
2. B. F.	7	4, 5	5, 2	3, 6	102, 3	120	70	716	101, 7	188	63	712
3. G. H.	8	4, 1	4, 8	3, 6	92, 8	163, 2	32, 5	743	65, 4	113, 1	25, 1	523, 1
4. I. R.	8	4, 3	5, 1	3, 8	128, 1	156, 2	83, 8	1025, 3	126, 4	166, 3	92	1011, 2
5. C. H.	9	3, 65	4, 5	3, 2	141, 3	232, 5	33, 2	1271, 9	245, 8	330, 8	180, 4	2212, 1
6. E. K.	11	3, 8	5, 0	2, 6	96, 5	136, 2	30	1062	134, 3	217, 7	87, 2	1477, 8

Tab. 2 (K^+-Bilanz): Übersicht über den Mittelwert, Maximum und Minimum der Serumkaliumspiegels, der Kaliumzufuhr und Kaliumausscheidung während der Programmdauer der einzelnen Patienten, außerdem Gesamtdosis des Kaliumzufuhr- und -ausscheidung

Patient	Programm-dauer (Tage)	Serumspiegel (mval/l)			Elektrolytzufuhr (mval)				Elektrolytverlust (mval)			
		M W	max	min	M W	max	min	ges.	M W	max	min	ges.
1. Ko.S.	7	107,4	119,2	94	128,8	297,3	27,5	901,9	189,6	397	74	1327
2. F.B.	7	108,1	112,4	103,8	221	299	157	1547	199,1	400	45	1394
3. G.H.	8	98,9	101,2	94,8	123,3	205,7	82	986,7	92,1	185,6	30,5	736,9
4. I.R.	8	103,8	107	93,8	219,8	288,7	158,8	1758	64,5	91,8	40	516,2
5. C.H.	9	96,7	109	90.6	200,8	317,3	60,9	1806,9	111,8	294,5	25,7	1006,6
6. E.K.	11	114,1	128,2	106,2	164	267,7	27,5	1804,6	267,2	373,4	199	2939,3

Tab. 3 (Cl^--Bilanz): Übersicht über den Mittelwert, Maximum und Minimum des Serumchloridspiegels, der Chloridzufuhr und Chloridausscheidung während der Programmdauer der einzelnen Patienten, außerdem Gesamtdosis der Chloridzufuhr- und -ausscheidung

Patient	Programm-dauer (Tage)	Flüssigkeitszufuhr (ml) parenteral				oral	Flüssigkeitsverlust (ml) Urinausscheidung			Sondenverlust	
		M W	max	min	ges.	ges.	M W	max	min	ges.	ges.
1. Ko.S.	7	2928	4250	2500	20 500	3740	2637	4175	2000	18 460	605
2. F.B.	7	3128	3840	2840	21 900	740	2317	3440	840	16 225	5850
3. G.H.	8	3093	4000	2500	24 750	5250	3141	4920	2090	25 130	740
4. I.R.	8	3475	4250	2750	27 800	4640	2086	2675	1310	16 690	6510
5. C.H.	9	3088	4250	2350	27 800	2440	3642	5900	1105	32 785	1180
6. E.K.	11	2910	3250	2500	32 000	3525	3676	4850	2070	40 400	---

Tab. 4 (Flüssigkeitsbilanz): Übersicht über den Mittelwert, Maximum und Minimum der Flüssigkeitszufuhr und des Flüssigkeitsverlustes während der Programmdauer der einzelnen Patienten sowie Gesamtdosis der Flüssigkeitszufuhr, des Flüssigkeitsverlustes, der oralen Teezufuhr und des Sondenverlustes

(Thoraxtrauma 5-8)

Patient	Programm-dauer (Tage)	Serumspiegel (mval/l)			Elektrolytzufuhr (mval)				Elektrolytverlust (mval)			
		M W	max	min	M W	max	min	ges.	M W	max	min	ges.
1. A.D.	22	142	154	127	157, 4	382	40, 5	3463, 6	218, 7	339	56	4811
2. M.K.	14	138	148	132	162, 3	421	91, 5	2273, 2	283, 1	462	14	3963, 8
3. U.M.	8	161	176	145	164, 8	348, 5	50	1318	74, 5	157, 3	12	596, 5
4. K.S.	8	140	163	131	176, 9	370, 7	47, 7	1415	105, 9	368	54, 3	1647
5. M.S.	8	142	155	135	81	216	40, 5	647, 5	187, 9	405	35, 3	1503

Tab. 5 (Na^+-Bilanz): Übersicht über den Mittelwert, Maximum und Minimum des Serumnatriumspiegels, der Natriumzufuhr und Natriumausscheidung während der Programmdauer der einzelnen Patienten, außerdem Gesamtdosis der Natriumzufuhr- und -ausscheidung

Patient	Programm-dauer (Tage)	Serumspiegel (mval/l)			Elektrolytzufuhr (mval)				Elektrolytverlust (mval)			
		M W	max	min	M W	max	min	ges.	M W	max	min	ges.
1. A.D.	22	4, 3	4, 9	3, 0	84, 8	128, 5	30	1865, 3	157, 1	446, 6	59, 5	3456, 3
2. M.K.	14	4, 0	5, 6	2, 9	100, 6	151, 6	31, 6	1409, 4	128, 5	192	25, 6	1799, 3
3. U.M.	8	3, 9	4, 9	2, 8	124, 6	234, 7	1, 1	997	86, 5	130, 8	9, 8	692, 4
4. K.S.	8	4, 0	5, 0	3, 3	114, 9	157, 5	30	919, 3	119, 3	153	80, 3	954, 5
5. M.S.	8	4, 1	5, 7	3, 4	107, 3	125, 7	90	858, 2	181, 6	670	66, 4	1452, 6

Tab. 6 (K^+-Bilanz): Übersicht über den Mittelwert, Maximum und Minimum des Serumkaliumspiegels, der Kaliumzufuhr und Kaliumausscheidung während der Programmdauer der einzelnen Patienten, außerdem Gesamtdosis der Kaliumzufuhr und -ausscheidung

Patient	Programm-dauer (Tage)	Serumspiegel (mval/l)			Elektrolytzufuhr (mval)				Elektrolytverlust (mval)			
		M W	max	min	M W	max	min	ges.	M W	max	min	ges.
1. A.D.	22	99,5	108,6	90,6	190,6	415,8	87,5	4194,3	123	263,2	36,3	2705
2. M.K.	14	96,1	112,8	87,2	182,4	371	60	2554	71	155	4,3	994,4
3. U.M.	8	110,7	129,4	88,6	195,5	464,8	6,3	1563,9	33,9	73,3	6,1	271,5
4. K.S.	8	99,3	105,4	91,8	190,3	379	30,5	1522,4	58	142	28	464,2
5. M.S.	8	106,9	116,4	98,2	128	230,7	57,5	1024,7	79	273,8	14,9	631,6

Tab.7 (Cl^--Bilanz): Übersicht über den Mittelwert, Maximum und Minimum des Serumchloridspiegels, der Chloridzufuhr und Chloridausscheidung während der Programmdauer der einzelnen Patienten, außerdem Gesamtdosis der Chloridzufuhr und -ausscheidung

Patient	Programm-dauer (Tage)	Flüssigkeitszufuhr (ml)					Flüssigkeitsverlust (ml)				
		parenteral				oral	Urinausscheidung				Sondenverlust
		M W	max	min	ges.	ges.	M W	max	min	ges.	ges.
1. A.D.	22	2850	4650	2500	62 700	7425	2802	3815	1790	61 650	550
2. M.K.	14	3550	4950	3200	49 750	9610	3329	5375	570	46 608	4320
3. U.M.	8	4050	6750	3000	32 400	--	2303	4775	265	18 430	--
4. K.S.	8	3892	5730	2760	31 135	970	3183	4140	2425	25 468	5210
5. M.S.	8	2500	3000	2000	2 000	3315	3624	4890	2075	28 995	--

Tab. 8 (Flussigkeits-bilanz): Übersicht über den Mittelwert, Maximum und Minimum der Flüssigkeitszufuhr und des Flüssigkeitsverlustes während der Programmdauer der einzelnen Patienten, außerdem Gesamtdosis der Flussigkeitszufuhr, des Flüssigkeits-verlustes , der oralen Teezufuhr und des Sondenverlustes

(Postoperative Gruppe 9 - 12)

Patient	Programm-dauer (Tage)	Serumspiegel (mval/l)			Elektrolytzufuhr (mval)				Elektrolytverlust (mval)			
		M W	max	min	M W	max	min	ges.	M W	max	min	ges.
1. W.A.	16	157	173	140	78	130,5	40,5	1247,5	139,8	272	39,2	2237,5
2. E.B.	7	152	164	146	163	249,5	40,5	1145,5	242,5	524,7	43,7	1697,4
3. L.B.	9	139	149	135	254	547	40,5	2288,5	152,9	319	83,7	1376,7
4. L.D.	6	145	151	142	73,8	139,5	40,5	442,5	199,5	345,7	68,2	1197
5. A.Dü.	8	136	143	129	165	233,5	57,3	1321,5	74,1	190	14,6	593
6. G.F.	8	141	158	133	418	625	82	3347,4	175,3	309	71	1402,9
7. F.H.	14	145	150	139	136	190	53,5	1910,9	44	128	3,5	616,6
8. W.K.	6	142	153	133	200	317	82	1200,8	262,8	378	116,5	157,8
9. U.R.	8	140	155	132	217	284	81,5	1737,4	686	1322	288	5488,5
10. R.T.	31	134	120	142	202	383	40,5	6260,5	120,7	291	30,1	3743,4
11. G.V.	10	150	170	135	192,9	252	57	1929	79	212,3	53,5	789,9
12. H.W.	7	136	140	132	163	211,8	150	1143	174,5	265,6	61	1221,2

Tab. 9 (Na^+-Nilanz): Übersicht über den Mittelwert, Maximum und Minimum des Serumnatriumspiegels, der Natriumzufuhr und Natriumausscheidung während der Programmdauer der einzelnen Patienten, außerdem Gesamtdosis der Natriumzufuhr und - ausscheidung

Patient	Programm-dauer (Tage)	Serumspiegel (mval/l)			Elektrolytzufuhr (mval)				Elektrolytverlust (mval)			
		M W	max	min	M W	max	min	ges.	M W	max	min	ges.
1. W.A.	16	3,9	4,4	3,4	82,2	110	30	1315	122	279	49	1952,6
2. E.B.	7	4,0	5,5	3,0	76,2	147,5	30	533,5	120,8	191,4	36,2	845,9
3. L.B.	9	4,2	5,2	2,9	124,5	132,5	111	1121	103	132,2	77	927,3
4. L.D.	6	4,9	6,2	3,7	85,3	108	80	512,2	134	236,1	72,4	804,1
5. A.Dü.	8	4,0	4,7	3,0	105,3	149	85	842,4	101,6	126,2	68,3	812,9
6. G.F.	8	3,8	4,8	2,8	104	144	63	832,5	96	158,6	28,1	767,4
7. F.H.	14	4,2	4,8	3,2	142,5	178	45	1994,4	115,1	182,7	41	1611,7
8. W.K.	6	3,5	4,2	2,7	66	131,5	34	396,6	52	101	24	312
9. U.R.	8	3,7	4,8	3,1	105,5	142	31,9	843,7	96,5	117	75	772
10. R.T.	31	4,2	5,1	3,3	89,4	113,8	40	2770,6	94,7	234,5	39,1	2936,4
11. G.V.	10	4,5	5,4	2,8	113,5	147,5	80	1134,9	79,4	136,3	31,1	794,2
12. H.W.	7	4,3	4,8	3,6	81,5	113,5	32,5	570,3	101,7	160,8	65,3	712,3

Tab. 10 (K^+-Bilanz): Übersicht über den Mittelwert, Maximum und Minimum des Serumkaliumspiegels, der Kaliumzufuhr und Kaliumausscheidung während der Programmdauer der einzelnen Patienten, außerdem Gesamtdosis der Kaliumzufuhr und -ausscheidung

Patient	Programm-dauer (Tage)	Serumspiegel (mval/l)			Elektrolytzufuhr (mval)				Elektrolytverlust (mval)			
		M W	max	min	M W	max	min	ges.	M W	max	min	ges.
1. W.A.	16	116,4	123,6	105	97,2	217,5	27,5	1555	81,1	178	14	1297,8
2. E.B.	7	113,4	123,2	106,9	167,1	268,4	27,5	1170,1	247,1	398,8	50,8	1730,1
3. L.B.	9	97,5	107,8	83,4	196	302	72	1764,5	147,1	312,9	29	1324
4. L.D.	6	103,2	108,2	100,4	96,6	166	77,5	579,5	96	142,7	19,2	575,8
5. A.Dü.	8	97,8	102	95	189,8	244,8	79,5	1518,4	40,6	93,7	20,4	324,7
6. G.F.	8	105,9	126,6	81	368,7	657	185	1949,7	143,7	189,4	69,6	1150
7. F.H.	14	95,7	99,2	90,6	181,4	279	41	2539,5	11,2	38,8	3,5	157,4
8. W.K.	6	111,1	124	98,8	150	294	61,5	901,5	177,4	311	79,5	1064,5
9. U.R.	8	100,6	116,8	83,4	244,5	349	142,5	1955,9	451,1	1145	182	3609
10. R.T.	31	101,6	118	78,4	183,6	320	27,5	5691,8	173,7	366,5	75	5385,5
11. G.V.	10	95,3	103,8	90	187,1	271,7	79,6	1871,1	44,3	82,4	10,1	443,5
12. H.W.	7	101,8	107,4	97,2	139,9	178,3	82	979,3	132	210,2	52,8	924

Tab. 11 (Cl^--Bilanz): Übersicht über den Mittelwert, Maximum und Minimum des Serumchloridspiegels, der Chloridzufuhr und Chloridausscheidung während der Programmdauer der einzelnen Patienten, außerdem Gesamtdosis der Chloridzufuhr und -ausscheidung

Patient	Programm-dauer (Tage)	Flüssigkeitszufuhr (ml)					Flüssigkeitsverlust (ml)				
		Parenteral				oral	Urinausscheidung				Sondenverlust
		M W	max	min	ges.	ges.	M W	max	min	ges.	ges.
1. W.A.	16	3039	3280	2500	48 630	---	2610	4940	1120	41 770	---
2. E.B.	7	3878	7000	2500	27 150	600	3455	4980	575	24 185	---
3. L.B.	9	4794	7500	3000	43 150	---	3129	4235	1830	28 165	895
4. L.D.	6	2858	3300	2500	17 150	700	3325	4270	1600	19 950	2 555
5. A.Dü.	8	3437,5	3750	2750	27 500	5 700	2488	3220	1890	19 910	---
6. G.F.	8	5643	7230	3130	45 150	600	2910	3820	1830	23 285	10 620
7. F.H.	14	4375	5500	3000	61 250	600	1874	3000	1050	26 245	9 400
8. W.K.	6	3408	4100	2800	20 450	600	2315	3165	1750	13 895	3 130
9. U.R.	8	3137,5	4000	2750	25 100	1 520	4938	8175	1840	39 510	12 830
10. R.T.	31	3458	4350	2500	107 200	12 095	2713	4560	1185	84 120	710
11. G.V.	10	4850	6000	2750	48 500	---	2150,5	2410	1830	21 405	7 000
12. H.W.	7	3285	3750	3000	23 000	---	1945	2465	1120	12 620	350

Tab. 12 (Flüssigkeits-bilanz): Übersicht über den Mittelwert, Maximum und Minimum der Flüssigkeitszufuhr und des Flüssigkeitsverlustes während der Programmdauer der einzelnen Patienten, außerdem Gesamtdosis der Flüssigkeitszufuhr, des Flüssigkeitsverlustes, der oralen Teezufuhr und des Sondenverlustes

(Tetanus 13 - 16)

Patient	Programmdauer (Tage)	Serumspiegel (mval/l)			Elektrolytzufuhr (mval)				Elektrolytverlust (mval)			
		M W	max	min	M W	max	min	ges.	M W	max	min	ges.
Tab. 13: Na^+-Bilanz												
P. B.	20	139	145	135	96, 5	227	40, 5	1930	166, 1	342	43	3322
G. S	32	142	168	125	170, 7	607	40, 5	5461, 5	279, 7	535	52	8950
Tab. 14: K^+-Bilanz												
P. B.	20	4, 1	5, 0	3, 0	82, 7	182	30	1654	191, 6	396	44	3832
G. S.	32	3, 8	6, 5	2, 3	143, 2	244	16	4582	158, 7	274	56	5077
Tab. 15: Cl^--Bilanz												
P. B.	220	101, 2	108, 2	92, 6	125, 2	290	27	2504	91, 3	198	20	1825
G. S.	32	106, 8	126, 6	92	224, 7	552	29, 6	7192	169, 5	343	40	5422

Tab. 13, 14. 15: Übersicht über den Mittelwert, Maximum und Minimum des Serumelektrolytspiegels, der Elektrolytzufuhrund -ausscheidung sowie Gesamtdosis der Elektrolytzufuhr und -ausscheidung

Patient	Programmdauer (Tage)	Flüssigkeitszufuhr (ml) parenteral				oral	Flüssigkeitsverlust (ml) Urinausscheidung			Sondenverlust	
		M W	max	min	ges.	ges.	M W	max	min	ges.	ges.
P. B.	20	3060	3500	2500	61 210	12 575	3110	4025	2025	62 195	1430
G. S.	32	3378	7100	1250	108 100	12 505	3116	5210	1090	99 710	6230

Tab. 16 (Flüssigkeitsbilanz): Übersicht über den Mittelwert, Maximum und Minimum der Flüssigkeitszufuhr und des Flüssigkeitsverlustes während der Programmdauer der einzelnen Patienten, außerdem Gesamtdosis der Flüssigkeitszufuhr , des Flüssigkeitsverlustes, der oralen Teezufuhr und des Sondenverlustes

IV. DISKUSSION DER ERGEBNISSE

1. GRUNDLAGEN

Der Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt des menschlichen Organismus wird in der Regel durch Zufuhr und Ausscheidung konstant gehalten. Komplizierte Mechanismen sind für die Regulation dieser Homöostase verantwortlich. In der Regel wird eine Änderung im Wasserhaushalt von einer korrespondierenden Veränderung des Elektrolythaushaltes begleitet, bzw. verursacht sein. Die Kationen Natrium im Extrazellulärraum und Kalium im Intrazellulärraum sind wesentlich an den Verteilungsverhältnissen des Wassers beteiligt.

Unter den Anionen steht das Chlorid mengenmäßig an erster Stelle, die hauptsächliche Bedeutung liegt in Verbindung mit Natrium in der Aufrechterhaltung der osmotischen Isotonie der extrazellulären Flüssigkeit und andererseits in der Regulation des Säurebasenhaushaltes, in der sich die Anionen Chlorid und Bicarbonat gegensinnig verändern, um die Elektroneutralität zwischen Anionen und Kationen aufrechtzuerhalten.

Die Regulation des Wasserhaushaltes ist eng mit dem Elektrolythaushalt verknüpft, der Ort, in dem die Feineinstellung erfolgt, ist die Niere. Durch sie, das Erfolgsorgan zweier Regulationsmechanismen, das von Osmorezeptoren im Hypothalamus gesteuerte Adiuretinsystem und das auf Volumenrezeptoren in den Nieren ansprechende Renin-Angiotensin-Aldosteron System, wird eine Homöostase ermöglicht (21, 25, 26, 28).

Beide Systeme, der in erster Linie volumengesteuerte natriumbewahrende Aldosteronmechanismus und der hauptsächlich durch die Osmolarität gesteuerte wasserbewahrende Adiuretinmechanismus, funktionieren in strenger gegenseitiger Abhängigkeit.

Bei dem ADH, das in den nuclei supraoptici et paraventriculares gebildet und über einen Anstieg der Serumosmolarität freigesetzt wird, handelt es sich um Arginin-Vasopressin, ein Oktapeptid, das an den Zellen der distalen Tubuli und Sammelrohre eine Permeabilitätssteigerung bewirkt, sodaß Wasser in die hypertonische interstitielle Flüssigkeit des Nierenmarks abströmen kann. Bereits in den Jahren von 1946 bis 1948 konnte Verney experimentell den Zusammenhang zwischen Serumosmolarität und Adiuretinausschüttung beweisen (25).

Die Homöostase wird nun auch über Volumenrezeptoren, die sich in den Vorhöfen, den Lungenvenen und Körpervenen befinden, geregelt. Entsprechend den Füllungs- und Druckschwankungen in diesen Kreislaufabschnitten werden Impulse zum Hypothalamus gesendet, um eine volumenbedingte Steuerung der renalen Wasserrückresorption bewirken zu können. So führt eine Verminderung des extrazellulären Volumens zu einer Stimulation des Renin-Angiotensin-Aldosteron-Systems und umgekehrt (s. Abb. 22).

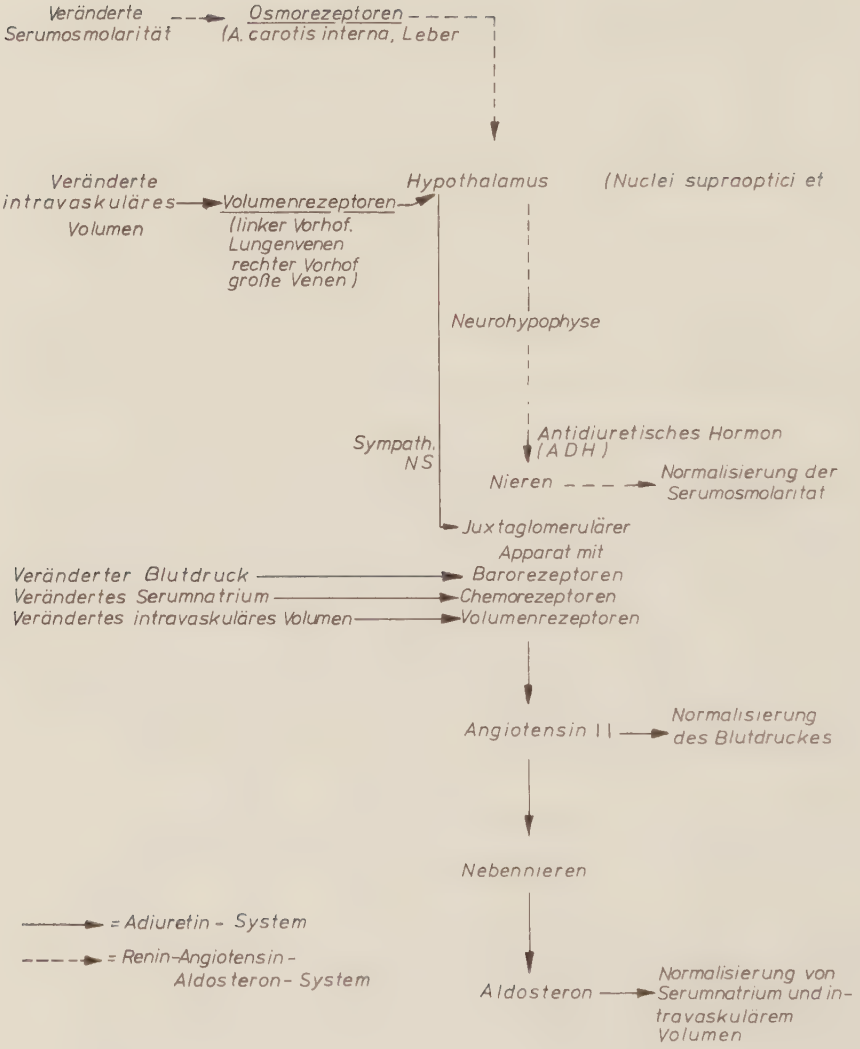

Abb. 22: Zur Regulation der Körperflüssigkeiten über das Adiuretin-System und das Renin-Angiotensin-Aldosteron-System (nach Siegenthaler, Klinische Pathophysiologie, 2. Auflage, Georg Thieme Verlag Stuttgart (1973), S. 195.

2. FLÜSSIGKEITSHAUSHALT

a) Grundlagen

Das gesamte Körperwasser eines Erwachsenen beträgt im Durchschnitt etwa 60 % des Körpergewichts, der tägliche Erhaltungsbedarf an Wasser wird mit 20 bis 40 ml/kg/24h entsprechend 1400 ml bis 2800 ml angegeben (9, 22, 25, 26) oder bezogen auf die Körperoberfläche 1500 ml/qm.

Die tägliche Wasseraufnahme setzt sich aus oraler Trinkmenge von ungefähr 1000 ml bis 1500 ml, aus Wasseraufnahme in Form von Nahrungsmitteln ungefähr von 700 ml und aus dem Oxidationswasser von ungefähr 300 ml zusammen. Das Oxidationswasser entsteht bei Verbrennung von alimentären und körpereigenen Fetten, Kohlenhydraten und Proteinen, 100 g Fett liefern 107 ml, 100 g Kohlenhydrate 55 ml und 100 g Protein 41 ml, entsprechend pro 100 Kalorien ungefähr 10 ml Oxidationswasser (25).

Die tägliche Wasserabgabe setzt sich zusammen aus Wasserverlust durch den Urin mit 1000 bis 1500 ml, durch die Haut von 500 ml und durch die Lungen von 400 ml und durch den Stuhl von 100 ml. Als grobe Faustregel kann ein täglicher Wasserverlust von 2000 bis 3000 ml angenommen werden (2).

b) Ergebnisse

In dieser Arbeit über 25 Intensivpatienten, die ausschließlich parenteral ernährt wurden und die sich im Zustand vitaler Gefährdung befanden, konnte über einen Beobachtungszeitraum von insgesamt 292 Tagen eine mittlere Flüssigkeitszufuhr von 3473, 5 ml in 24 h bei einer mittleren Ausscheidung von 2907 ml über 24 h durch den Urin ermittelt werden. Durch Berücksichtigung der Perspiratio sensibilis, des Lungenoxidationswassers, würde sich ein täglicher Basisbedarf von circa 3900 ml

für Intensivpatienten errechnen.

Die Polytraumagruppe mit insgesamt 50 Beobachtungstagen hatte bei einer mittleren Flüssigkeitszufuhr von 3095 ml über 24 h eine Ausscheidung von 2993, 8 ml über den Urin.

Am ersten Tag betrug die mittlere Substitutionsmenge 3113 ml, am zweiten Tag wurden 3765 ml infundiert, vom dritten Tag bis zum siebten Tag war die mittlere Zufuhr konstant zwischen 2900 ml und 3100 ml.

Entsprechend der Verlaufskurve der Zufuhr schied die Polytraumagruppe am ersten Tag 2865, 5 ml und am zweiten Tag 3175 ml aus, bis zum siebten Tag schwankte sie zwischen 2402, 5 ml und 2913 ml (s. Abb. 6).

Bei der Thoraxgruppe mit 60 Beobachtungstagen wurde eine tägliche mittlere Zufuhr von 3266, 4 ml gegenüber einer renalen Ausscheidung von 3019, 2 ml errechnet.

Am ersten Tag wurden 4456 ml im Mittel über 24 h infundiert, am zweiten Tag 3356 ml. Verantwortlich für die hohe Zufuhr waren Kolloide und Transfusionen, die ob des schweren Traumas aus vitaler Indikation gegeben werden mußten. In den nachfolgenden Tagen beschränkte sich die Zufuhr auf Werte zwischen 2500 ml und 3225 ml.

Analog der höheren Zufuhr reagierte die Niere, die Urinausscheidung betrug am ersten Tag 3807, 4 ml und am zweiten Tag 3382, 2 ml, am dritten Tag errechnete sich ein ebenfalls noch hoher Ausscheidungswert von 3610 ml, in den späteren Beobachtungstagen lagen die Werte zwischen 2853 ml und 3000 ml (s. Abb. 10).

In der Flüssigkeitsbilanz der postoperativen Gruppe mit insgesamt 130 Beobachtungstagen ergab sich eine mittlere Flüssigkeitszufuhr von 3801, 8 ml über 24 h bei einer Ausscheidung von 2739 ml.

Konstante Mengen von 3535 ml bis 3678 ml über 24 h wurden bis zum vierten Tag infundiert, danach stieg die parenterale Zufuhr auf Mittelwerte bis zum zwölften Tag von 3827 ml und 4455 ml an, anschließend sank sie wieder.

Auch der Zufuhrkurve entsprechend verhielt sich die Ausscheidung, bis zum vierten Tag lagen die Werte über 24 h zwischen 3027 ml und 3374 ml, dann fielen sie zwischen 2960 ml und 1862 ml ab. Die Diskrepanz nach dem vierten Tag zwischen hoher Zufuhr und niedrigem Verlust war durch die Oligurie der Patienten F.H., G.V. und A.Dü. bedingt (s. Abb. 14).

In der Flüssigkeitsbilanz der Tetanuspatienten zeigte sich über den Beobachtungszeitraum von 52 Tagen bei einer mittleren Zufuhr über 24 h von 3256 ml ein Verlust von 3113,5 ml über den Urin (s. Abb. 18).

Beim Vergleich der mittleren Flüssigkeitszufuhr der einzelnen Gruppen zeigten sich größere Unterschiede, die höchste mittlere Zufuhr über 24 h ergab sich bei der postoperativen Gruppe mit 3801,8 ml, in absteigender Reihe folgten die Thoraxgruppe mit 3266,4 ml, die Tetanusgruppe mit 3256 ml und die Polytraumagruppe mit 3095 ml.

Beim Vergleich des Flüssigkeitsbedarfes der einzelnen Krankheitsgruppen, errechnet aus der Ausscheidung über die Niere, konnten keine wesentlichen Unterschiede gefunden werden, bei der Thoraxtraumagruppe konnten als Mittelwert 3019,2 ml, bei der Polytraumagruppe 2993,8 ml, bei der postoperativen Gruppe 2739 ml und bei den Tetanuspatienten 3256 ml errechnet werden, alle Gruppen zusammen ergaben einen Mittelwert von 2907 ml über 24 h. Der mittlere Basisbedarf dürfte demnach unter Berücksichtigung des Lungenoxidationswassers und der Perspiration sensibilis bei Intensivpatienten circa 3900 ml gegenüber gesunden Erwachsenen von 2000 ml bis 3000 ml angegeben werden. Die in dieser Studie untersuchten traumatisierten und operierten Patienten hatten also mindestens einen um 1000 ml höheren Wasserbedarf.

3. NATRIUMHAUSHALT

a) Grundlagen

Der Natriumhaushalt eines gesunden circa 70 kg schweren Erwachsenen beträgt um 95 g oder 4132, 4 mval, 1 g entsprechend 43, 5 mval, davon sind 98 % extrazellulär und 2 % intrazellulär. Im Extrazellulärraum liegt die Natriumkonzentration normalerweise im Bereich zwischen 137 mval/l und 147 mval/l, die tägliche Natriumaufnahme wird bei Siegenthaler (25) mit 2 bis 6 g,entsprechend 97 bis 261 mval, angegeben. Ahnefeld und Dölp berichten über einen Basisbedarf von 140 bis 180 mval/die (2). Die Natriumausscheidung erfolgt überwiegend mit 95 % über die Niere, 4, 5 % werden über die Fäces und 0, 5 % über den Schweiß eliminiert.

b) Ergebnisse

In dieser Studie konnte für alle Patienten im gesamten Beobachtungszeitraum von 292 Tagen eine mittlere Zufuhr von 163, 5 mval über 24 h bei einer Ausscheidung von 194, 5 mval ermittelt werden, das entspräche einer Bedarfsdeckung von 84 %.

Der Polytraumagruppe wurden im Mittel täglich 145, 1 mval gegenüber einer Ausscheidung von 229, 5 mval substituiert entsprechend 63, 2 %. Die mittlere Zufuhr mit 197, 8 mval am 1. Tag stieg am 2. Tag auf 239 mval an, reduzierte sich dann bis zum Minimum am 6. Tag von 113, 7 mval. Analog der Zufuhr verlief die mittlere Ausscheidungskurve, am 1. Tag wurden 284, 5 mval, am 2. Tag 368, 1 mval ausgeschieden, danach verringerte sich der tägliche Natriumverlust bis zum 5. Tag auf das Minimum von 104 mval und stieg in den anschließenden Tagen wieder an.

Gerade die ersten Beobachtungstage zeigten das starke Leistungsvermögen der Niere auf, da hier besonders hohe Mengen Natrium aus-

geschieden wurden. Der mittlere Serumnatriumspiegel reagierte nicht entsprechend der excessiven Zufuhr der ersten Tage, er blieb bis zum 4. Tag im Normbereich und fiel am 5. und 6. Tag unter die Norm mit 135,4 mval/l, bzw. 130,7 mval/l ab, ab dem 7. Tag war er wieder im unauffälligen Bereich. Auch der Natrium/Kalium-Quotient befand sich am 5. und 6. Tag mit 0,94 und 0,95 im Therapiebedürftigen (s. Abb. 7).

Die Thoraxtraumagruppe erreichte eine mittlere Natriumzufuhr von 151,9 mval bei einer Ausscheidung von 208,7 mval über 24 h, das entspräche einer Bedarfsdeckung von 72 %. Das Maximum wurde am 1. Tag mit 300 mval infundiert , die mittlere Applikation verringerte sich linear absteigend vom 2. Tag mit 166,73 mval bis zum Minimum am 5. Tag mit 80,8 mval, danach stiegen die Werte erneut an. Die mittlere Natriumausscheidung blieb dagegen bis zum 3. Tag zwischen Werten von 207,9 mval und 246,4 mval, in den nachfolgenden Tagen sank sie auf Werte um 156,7 mval und 190 mval,ab dem 9. Tag wurden größere Schwankungen zwischen 339 mval und 107 mval registriert. Der Verlauf des Serumnatriumspiegels war bis zum 2. Tag unauffällig, am 3. und 4. Tag wurden die Maxima mit 148,4 mval/l und 149 mval/l registriert, danach wurden normale Serumverhältnisse angetroffen. Der Natrium/Kalium-Quotient dieser Gruppe war am 1.und 4. Tag mit 1,0 und 1,4 korrekturbedürftig. Für die Verschiebungen sowohl im Serumnatrium als auch in der Ausscheidung dürften Transmineralisationsvorgänge und Elektrolytverschiebungen durch Blutungen und anschließende Rückdiffusion verantwortlich sein.

Überraschenderweise auf den ersten Blick war das Ergebnis der postoperativen Gruppe hinsichtlich der Gesamtbeobachtungszeit, nach 130 Verlaufstagen wurde eine mittlere tägliche Zufuhr von 184,4 mval bei einer Ausscheidung von 157,8 mval entdeckt, entsprechend einer Bedarfsdeckung von 116,8 %. Berechnete man aber nur 6 postoperative Tage mit 70 Beobachtungstagen, so würde eine mittlere Zufuhr von

187, 95 mval einer mittleren Ausscheidung von 209, 51 mval entgegenstehen, entsprechend einer Bedarfsdeckung von 89, 7 %. Nach dem 6. postoperativen Tag waren nur noch die schwereren Verlaufsformen, die weiterhin parenteral ernährt wurden, im Programm, außerdem traten vereinzelt Komplikationen wie Blutungen oder Niereninsuffizienz auf, sodaß mit zunehmender Beobachtungsdauer unter parenteraler Ernährung postoperative Verteilungsstörungen, Elektrolytverschiebungen und erhebliche Stoffwechselstörungen sowie Störungen im Säurebasengleichgewicht, die nicht mehr gut reguliert werden konnten, diese Bilanzierungsdiskrepanz ausgelöst haben durften.

Die mittlere Natriumzufuhr betrug am 1. Tag 214, 5 mval, am 2. Tag 200, 5 mval, bis zum 7. Tag lag sie zwischen 155 mval und 199, 4 mval, danach traten größere Schwankungen auf.

Bis zum 4. Tag blieb die mittlere Ausscheidung über den Urin konstant zwischen 216, 3 mval und 274, 6 mval, am 5. Tag sank sie deutlich auf 139 mval und bewegte sich dann zwischen 128, 9 mval und 141, 3 mval bis zum 9. Tag.

Die Serumnatriummittelwertkurve zeigte einen homogenen Verlauf mit Werten von 142 mval/l und 145, 1 mval/l bis zum 8. Tag, ab dem 9. Tag stieg der Mittelwert erheblich an. Ebenso auffällig war der Natrium-Kalium-Quotient ab dem 5. Tag, von diesem Zeitpunkt an lag er bis zum Ende der Gesamtbeobachtungsperiode in therapiebedürftigen Bereichen.

Erheblichen Anteil an diesen Kurvenverschiebungen hatten die Patienten F.H., G.V., A. Dü., die in die Niereninsuffizienz gerieten und oligurisch wurden sowie der Patient U.R. mit einer Natriurese von täglich 686 mval im Mittel (s. Abb. 15).

Bei den Tetanuspatienten konnte eine mittlere Zufuhr über 24 h von 142, 1 mval bei einer Exkretion von 236 mval gefunden werden (s. Abb. 19).

Die einzelnen Gruppen Thoraxtrauma mit einer mittleren täglichen Natriumzufuhr von 151, 9 mval, Polytrauma mit 145, 1 mval und Tetanusgruppe mit 142, 1 mval zeigten untereinander keine wesentlichen Unterschiede, die postoperative Gruppe wich aber mit 184, 4 mval zu den anderen Gruppen ab.

Beim Vergleich des Basisbedarfs wurden für die gleichen Gruppen, die Thoraxtraumagruppe mit 208, 7 mval, die Polytraumagruppe mit 229, 5 mval und die Tetanusgruppe mit 236 mval annähernd ähnliche Bedarfswerte über 24 h errechnet, die postoperative Gruppe wich mit einem Basisbedarf von 157, 8 mval, bezogen auf die gesamte Verlaufsbeobachtungsdauer, deutlich ab, unter Berücksichtigung von nur 6 postoperativen Tagen käme man auf einen Basisbedarf von 209, 51 mval/die.

Ein Basisbedarf, errechnet aus 292 Beobachtungstagen, von 194, 5 mval/24 h von Natrium bei parenteral Ernährten konnte in dieser Studie gefunden werden; würde die Natriumausscheidung über den Schweiß mitberechnet, käme man auf einen Basisbedarf von circa 205 mval/ die bei Intensivpatienten.

4. KALIUMHAUSHALT

a) Grundlagen

Ein gesunder 70 kg schwerer Erwachsener hat einen Kaliumgesamtgehalt von circa 140 g oder 3570 mval, 1 g entspricht 25, 5 g mval, davon finden sich 2 % im Extrazellulärraum mit 4 mval/l und 98 % im intrazellulären Raum mit 160 mval/l. Kalium wird täglich in einer Menge von 3 bis 4 g, bzw. 75 mval bis 100 mval aufgenommen, die Ausscheidung erfolgt zu 90 % über die Niere, 10 % werden über den Stuhl eliminiert (25). In Untersuchungen von Ahnefeld und Dölp wird ein täglicher Kalium-

basisbedarf von 60 bis 80 mval angegeben (2).

b) Ergebnisse

In dieser Studie konnte für alle Patienten eine mittlere Zufuhr von Kalium über 24 h im Beobachtungszeitraum von 292 Tagen von 104,1 mval bei einer Ausscheidung von 127,15 mval gefunden werden, das entspräche einer Bedarfsdeckung von 81,8 %.

Der Polytraumapatient erhielt im Mittel täglich 105 mval Kalium parenteral, dem gegenüber stand ein mittlerer Verlust von 132,4 mval entsprechend einer Deckung von 79,3 %.

In der Verlaufskurve lagen die mittleren Werte für die Zufuhr bis zum 6. Tag zwischen 107,5 mval und 135,9 mval, am 7. Tag sank der Mittelwert auf 64,5 mval, danach stieg er langsam an. Ähnlich verhielt sich die Verlaufskurve der mittleren Ausscheidung, nach einem erhöhten Verlust am 1. Tag von 156 mval lagen die Werte in den folgenden Tagen zwischen 110,9 mval und 156,25 mval.

Ohne Besonderheiten war die Mittelwertskurve der Serumspiegel, bis zum 6. Tag bewegte sie sich zwischen 3,8 mval/l und 4,2 mval/l, am 7. Tag erreichte sie das Maximum mit 4,8 mval/l (s. Abb. 8).

Die Thoraxtraumagruppe wies eine mittlere Zufuhr über 24 h von 100,8 mval bei einem Verlust von 139,2 mval auf, das entspräche einer Bedarfsdeckung von 72,4 %. Das Maximum wurde am 1. Tag mit 136,3 mval infundiert, am 2. Tag lag der Mittelwert bei 102,1 mval und blieb bis zum 5. Tag knapp über 100 mval, am 6. Tag sank er auf 74,9 mval ab und lag dann zwischen 50 und 130 mval.

Die mittlere Verlaufskurve der Kaliumausscheidung entsprach der Zufuhrkurve, am 1. Tag zeigte sich ein Verlust von 222 mval, anschließend lagen die Werte zwischen 96 mval und 115 mval. Ein ent-

gleister Patient (M. S.) mit einer Kaliurie von 670 mval am 1. Tag bei einer Zufuhr von 138, 9 mval wurde mitberücksichtigt, danach war auch bei diesem der weitere Verlauf normal. Ohne den am 1. Tag entgleisten Patienten würde einer mittleren Zufuhr über 24 h von 101, 6 mval eine Ausscheidung von 109, 9 mval entsprechend 92, 5 % gegenüberstehen. Die Verlaufskurve des Serumkaliumspiegels ergab am 1. Tag einen mittleren Wert von 3, 8 mval/l und am 2. Tag 3, 5 mval/l, sie stieg am 3. Tag auf 4, 3 mval/l und blieb bis zum 10. Tag zwischen 4, 1 mval/l und 4, 6 mval/l (s. Abb. 12).

Bei der postoperativen Gruppe konnte bei einer mittleren Zufuhr von 99 mval eine Ausscheidung von 101, 9 mval über 24 h errechnet werden, das entspräche einer Bedarfsdeckung von 97, 14 % .

In der Verlaufskurve lagen die mittleren Zufuhren bis zum 5. Tag ohne nennenswerte Schwankungen bei 93, 6 mval bis 99, 6 mval, danach traten größere Streuungen zwischen 121, 4 mval und 75 mval auf. Ebenfalls unauffällig blieb die mittlere Kaliumausscheidungskurve bis zum 9. Tag, die Werte lagen zwischen 87, 6 mval und 118, 7 mval, ab dem 10. Tag differierten die Mittelwerte zwischen 84, 5 mval und 153, 2 mval. Die mittleren Serumkaliumwerte waren genauso unauffällig, bis zum 6. Tag ergaben sich Serumspiegel von 3, 84 mval/l bis 4, 26 mval/l, dann lagen sie innerhalb 4, 27 mval/l und 4, 67 mval/l (s. Abb. 16).

Die mittlere Kaliumzufuhr für die Tetanusgruppe betrug 119, 9 mval bei einem Kaliumverlust von 171, 3 mval über 24 h, dem Patienten P. B. wurden im Mittel täglich 82, 7 mval bei einem Verlust von 191, 6 mval entsprechend 43 %, dem Patienten G. S. 143, 2 mval bei einer Ausscheidung von 158, 7 mval entsprechend 90 % substituiert (s. Abb. 20).

Der Vergleich der mittleren Zufuhrwerte für die einzelnen Krankheitsgruppen brachte annähernde Werte um 100 mval/die, die Tetanuspatienten lagen mit 119, 9 mval an der Spitze, danach kam die Polytraumagruppe mit 105 mval, in absteigender Reihe folgten Thoraxtraumagruppe mit 100, 8 mval und postoperative Gruppe mit 99 mval/24 h.

Erhebliche Unterschiede konnten aber im Basisbedarf der einzelnen Gruppen gefunden werden, die Tetanusgruppe lag mit 171, 3 mval an der Spitze gefolgt von der Thoraxgruppe mit 139, 2 mval, der Polytraumagruppe mit 132, 4 mval und schließlich der postoperativen Gruppe mit 101, 9 mval.

Ursache der starken Verschiebungen dürften die Schwere des Traumas und der Erkrankung gewesen sein, am besten bilanziert wurde wiederum die postoperative Gruppe.

In dieser Studie konnte ein täglicher Basisbedarf von Kalium bei Intensivpatienten von 127, 15 mval gefunden werden, berechnet über die Ausscheidung durch die Niere, dieser Wert lag deutlich über dem bei gesunden Erwachsenen (2, 25).

5. CHLORIDHAUSHALT

a) Grundlagen

Der Chloridhaushalt eines gesunden circa 70 kg schweren Erwachsenen beträgt etwa 80 g Chlorid oder 2200 mval Chlorid, 1 g Chlorid entspricht 28, 2 mval. Der extrazelluläre Anteil macht 88 %, der intrazelluläre 12 % aus, der durchschnittliche Chloridgehalt im Plasma liegt zwischen 95 mval/l und 110 mval/l, in der interstitiellen Flüssigkeit 114 mval/l. Dieser Unterschied beruht auf dem Gibbs-Donnangleichgewicht, wonach eine Flüssigkeit umso mehr Chlorid enthält, je eiweißärmer sie ist. Täglich werden 4 bis 9 g Chlorid aufgenommen oder 120 bis 260 mval, Hauptausscheidungsorgan ist mit 98 % die Niere, die tägliche Zufuhr entspricht der täglichen Exkretion (25).

b) Ergebnisse

Im gesamten Beobachtungszeitraum von 292 Tagen wurde bei einer täglichen Zufuhr von 180, 9 mval eine Ausscheidung von 130, 9 mval errechnet, der Bedarf wurde also mit 138, 2 % gedeckt.

Der Polytraumagruppe wurden im Mittel täglich 176, 1 mval bei einer Ausscheidung von 158, 4 mval infundiert, entsprechend 111, 2 %. Am 1. Tag wurden mit 224, 3 mval und am 2. Tag mit 255, 9 mval die Maxima substituiert, dann reduzierte sich die mittlere Chloridzufuhr bis zum 7. Tag auf 131, 9 mval und sank noch weiterhin beständig in den folgenden Tagen. Die mittlere Verlaufskurve der Chloridausscheidung ergab am 1. Tag 127, 55 mval, kletterte am 2. Tag auf 209 mval und reduzierte sich bis zum Minimum am 5. Tag mit 98, 7 mval.

Die mittlere Serumchloridkurve bewegte sich konstant zwischen 103 mval/l und 105 mval/l bis zum 5. Tag, am 6. Tag fiel sie auf 99 mval/l ab, zeigte aber dann Werte um 104 mval/l. Der Patient E. K. entgleiste am 11. und 12. Tag mit 113, 8 mval/l und 120 mval/l (s. Abb. 9).

Die Thoraxtraumagruppe hatte bei einer täglichen mittleren Zufuhr von 181 mval eine tägliche Ausscheidung von 84, 5 mval entsprechend einer Bedarfsdeckung von 214 %.

Am 1. Tag wurde die höchste mittlere Applikationsmenge mit 316 mval erreicht, der Mittelwert fiel über 199, 8 mval am 2. Tag und 124, 9 mval am 3. Tag bis zum 6. Tag kontinuierlich auf 124, 9 mval ab, danach traten größere Schwankungen zwischen 405, 5 mval und 120, 4 mval auf.

Die Mittelwerte der Chloridausscheidung hatten ihr Maximum am 1. Tag mit 156, 6 mval, sie gingen bis zum 7. Tag auf 50, 4 mval zurück und blieben bis zum 22. Tag zwischen 36, 3 mval und 183, 7 mval.

Auffallend konstant war der Verlauf des Serummittelwertes vom 1. bis 5. Tag mit 100, 5 mval/l und 105 mval/l, am 6. Tag verringerte

sich der Mittelwert auf 98, 5 mval/l, stieg am 7. Tag auf 103 mval/l und fiel erneut am 8. Tag auf 96, 9 mval/l. In den restlichen Tagen bewegten sich die Serumwerte zwischen 96, 6 mval/l und 101, 7 mval/l (s. Abb. 13).

Den Thoraxtraumapatienten wurden große Mengen von Chlorid in Form von Natrium- oder Kaliumchlorid infundiert, daraus resultierte ein besonders hoher mittlerer Substitutionswert. Ferner schieden die Patienten K.S. und U.M. bereits am 1. Tag geringe Mengen Chlorid über den Urin aus, ab dem 4. Tag der Patient M.S. und ab dem 6. Tag M.K., sodaß eine erhebliche Diskrepanz zwischen Zufuhr und Ausfuhr auffiel. Das schwere Trauma dürfte außerordentliche Stoffwechselveränderungen hervorgerufen haben, zur Regulation der Säure-Basenverhältnisse durfte das Anion Chlorid herangezogen worden sein, sodaß es in der Bilanz nicht wie erwartet auftauchte.

Bei der postoperativen Gruppe stand einer mittleren Zufuhr von 180, 6 mval über 24 h eine Ausscheidung von 138, 4 mval gegenüber, das entsprach einer Bedarfsdeckung von 130, 5 %.

Am 1. und 2. Tag wurden im Mittel 196 mval Chlorid gegeben, am 3. Tag 175, 3 mval und am 4. Tag 150, 2 mval, am 6. und 8. Tag wurden die Maxima mit 217, 6 mval und 243 mval appliziert.

Die mittlere Chloridausscheidung betrug am 1. Tag 191, 2 mval, am 2. Tag 216 mval. Sie sank danach kontinuierlich bis zum Minimum am 6. Tag von 92, 8 mval, später lagen die Mittelwerte zwischen 86, 8 mval und 125 mval. Auffällig gering waren die Verluste der Patienten H.W., F.H. und A. Dü. Die Serumchloridkurve der mittleren Spiegel blieb bis zum 8. Tag nach einem Mittelwert am 1. Tag von 107 mval/l konstant zwischen 101, 2 mval/l und 105, 1 mval/l, danach traten größere Schwankungen auf (s. Abb. 17).

Für die Tetanuspatienten konnte bei einer mittleren Zufuhr von 186, 5 mval eine Ausscheidung von 139, 4 mval über 24 h bestimmt werden, entspre-

chend einer Bedarfsdeckung von 133, 8 % (s. Abb. 21). Die mittlere Zufuhr lag für den Patient P. B. bei 125, 2 mval bei einem Verlust von 91, 3 mval, für G. S. wurden 224 mval im Mittel bei einer Ausscheidung von 169 mval zugeführt.

Beim Vergleich der Gruppen waren hinsichtlich der Zufuhr kaum erkennbare Unterschiede aufgetreten, sämtlichen Krankheitsbildern wurde annähernd 180 mval/die infundiert, der Tetanusgruppe 186, 5 mval, der Thoraxtraumagruppe 181 mval, der postoperativen Gruppe 180, 6 mval und der Polytraumagruppe 176, 1 mval.

Bei weitem auffälliger ist die Ausscheidung über den Urin, den höchsten Verlust hatte die Polytraumagruppe mit einem mittleren Wert von 158, 4 mval/24 h, die Tetanusgruppe schied 139, 4 mval/die, die postoperative Gruppe 138, 4 mval/die und die Thoraxtraumagruppe 84, 5 mval/die aus.

In dieser Studie zeigte sich eine erhebliche Diskrepanz zwischen Zufuhr und Ausscheidung, im Gegensatz zu den Natrium- und Kaliumbilanzen war diese Bilanz positiv. Ein Basisbedarf kann aber nicht angegeben werden - die mittlere Ausscheidung war nach 292 Beobachtungstagen mit 130, 9 mval/ die errechnet worden -, da angenommen werden kann, daß das Chlorid zur Aufrechterhaltung der Elektroneutralität zwischen Anionen und Kationen herangezogen wurde und in den Säurebasenhaushalt als Puffer miteinbezogen wurde. Nur so kann der Überschuß an zugeführten Chloridionen erklärt werden, denn der Säurebasenhaushalt war durch die Stoffwechselstörungen bei Intensivpatienten empfindlich gestört, das Chlorid diente also zur Regulation der Säure-Basenverhältnisse.

V. ZUSAMMENFASSUNG

1. Diese Studie befaßte sich mit dem Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt vollständig parenteral ernährter Patienten. Es wurden 25 Personen der Intensivstation der Chirurgischen Universitätsklinik Würzburg über einen Gesamtbeobachtungszeitraum von 292 Tagen untersucht, die über mehrere Tage nach einem schweren Trauma oder einer Operation nach einem Standardprogramm parenteral ernährt wurden. Retrospektiv wurden Bilanzen über Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt erstellt, wobei vor allem die renalen Ausscheidungswerte, die Aufschluß über den Basisbedarf im sogenannten Postaggressionsstoffwechsel geben sollten,beobachtet wurden. Gleichzeitig wurden in den Bilanzen Zufuhr und Urinausscheidung miteinander verglichen, ferner wurde überprüft, ob der Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt durch die parenterale Zufuhr ausreichend gedeckt wurden oder ob körpereigene Depots zur Bedarfsdeckung mitherangezogen werden mußten (2, 6, 25).

2. In dieser klinischen Studie konnte eine tägliche Flüssigkeitsausscheidung über den Urin im Mittel bei allen Patienten von 2907 ml gefunden werden, unter Berücksichtigung der Perspiratio sensibilis und des Lungenoxidationswassers könnte ein täglicher Flüssigkeitsbasisbedarf von circa 3900 ml/Tag bei Intentivpatienten angegeben werden. Tatsächlich wurde eine tägliche mittlere Flüssigkeitsmenge von 3473, 5 ml den einzelnen Patienten substituiert.

Nach den Krankheitsbildern unterteilt gab es gegenüber der Gesamtgruppe keine wesentlichen Unterschiede hinsichtlich des Flüssigkeitshaushaltes.

3. In der Natriumausscheidung wurde ein täglicher Wert von 194, 5 mval ermittelt, berechnete man noch die Ausscheidung über den Schweiß, so könnte ein Basisbedarf von ungefähr 205 mval Natrium pro Tag angegeben werden, zugeführt wurden dagegen im Mittel 163, 5 mval/die. Im Vergleich zur Gesamtgruppe zeigten die nach Krankheitsbildern unterteilten Gruppen nur unwesentliche Unterschiede.

4. Im Kaliumhaushalt konnte eine tägliche mittlere Ausscheidung von 127, 15 mval gegenüber einer mittleren täglichen Zufuhr von 104, 1 mval gefunden werden.

   Die einzelnen Beobachtungsgruppen zeigten untereinander erhebliche Unterschiede, bei der Polytraumagruppe betrug der Basisbedarf 132, 4 mval pro Tag, bei der Thoraxtraumagruppe 139, 2 mval/die, bei der postoperativen Gruppe 101, 9 mval/die und bei den Tetanuspatienten 171, 3 mval/die. Die hohen Kaliumverluste, sieht man von der vermehrten Ausschüttung der Nebennierenrindenhormone ab, traten zweifelsohne infolge Freisetzung von Kalium durch Zellzerstörung auf. Außerdem dürfte die Glukoneogenese aus Eiweiß durch Mangel an energiespendenden Substanzen, obwohl den Patienten hochkalorische Lösungen zur Verfügung standen, als Erklärung für die erhöhte Kaliumfreisetzung herangezogen werden (16, 23).

5. Eine Sonderstellung nimmt der Chloridhaushalt ein, die mittlere Urinausscheidung wurde mit 130, 9 mval/die bei einer Zufuhr von 180, 9 mval/ die für die Gesamtgruppe errechnet. Selbst bei hoher Chloridzufuhr blieben die Serumchloridspiegel im Normbereich und die Exkretion von Chlorid war in keiner Weise

der Zufuhr proportional. Sicher wurde das Chlorid in größerem Maß in den Säurebasenhaushalt und in die Puffersysteme miteinbezogen.

6. Durch diese Studie wurde klar nachgewiesen, daß für ausschließlich parenteral ernährte Intensivpatienten ein höherer Basisbedarf, der entsprechend der Grunderkrankung noch einer gewissen Variationsbreite unterliegt, im Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt als bei gesunden Erwachsenen vorliegt. Nicht vernachlässigt werden kann die Zufuhr von Kolloiden und Transfusionen bei der Bilanzierung, zurückblickend wäre ohne deren Berücksichtigung eine deutlich schlechtere Bilanz im Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt entstanden.

Der menschliche Organismus ist zwar über weite Strecken in der Lage, über seine Regulationsmechanismen, vor allem über die Niere und humorale Systeme, sich den veränderten Stoffwechselverhältnissen bei Intensivpatienten anzupassen und auf die körpereigenen Depots im Bedarfsfall zurückzugreifen, letzten Endes muß aber die Homöostase durch exakte bedarfsadaptierte bilanzierte Flüssigkeitstherapie aufrechterhalten werden.

7. Abschließend stellt sich noch die Frage, deren Beantwortung nicht Aufgabe dieser Arbeit war, nach den Ursachen des relativ hohen Flüssigkeitsumsatzes. Einerseits wurden bedingt durch die klinische Situation vermehrt Flüssigkeitsmengen substituiert, die sich wiederum in erhöhter Urinausscheidung niederschlugen, andererseits dürften für den hohen Umsatz in der Aggressionsphase hormonelle Faktoren wie das ADH- und das Renin-Angiotensin Aldosteron-System verantwortlich gewesen sein. Bei den Intensivpatienten dürfte durch die erhebliche Stoffwechselveränderung eine hormonelle Dysfunktion aufgetreten sein, die dann zusammen mit der erhöhten Flüssigkeitszufuhr den relativ hohen Flüs-

sigkeitsumsatz bedingte. Eventuell sollte man zunächst Abstand von primär hohen Flüssigkeitsgaben nehmen und in Zukunft während längerer Intensivtherapiephasen Zurückhaltung im Flüssigkeits- und Elektrolythaushalt üben, um diesen Circulus vitiosus möglichst einzuschränken. Dieses Problem der Aufrechterhaltung der Homöostase im Postaggressionsstoffwechsel bedarf weiterer Klärung, durch diese klinische Langzeitstudie sollen neue Denkanstöße für künftige Forschungen angeregt werden.

VI. ANHANG

THORAXTRAUMA

Patient	Geschlecht	Alter in Jahren	Diagnosen
A.D.	m	65	Thoraxtrauma
			Hautemphysem bei Rippenfraktur 3-7
			Ateminsuffizienz und Hypoxie
			Spannungspneumothorax links
			Bronchopneumonie
			ventrikuläre und supraventrikuläre Extrasystolie
			Panophthalmie rechts bei Sepsis, Zustand nach Enucleation
			Vorerkrankungen
			Cirrhotisches Lungen-Tbc
			Cerebrales Anfallsleiden
			Alkoholkrankheit
M.K.	w	40	Thoraxtrauma
			Hämatothorax beidseits bei Rippenfrakturen, rechts 1-6 links 2-6
			Pneumonie und pulmonale Insuffizienz
			Clavicularfraktur rechts mit Luxation ins Sternoclaviculargelenk
			Zustand nach Lungenembolie und Fibrinolysetherapie
			Zustand nach Spannungspneumothorax und Bülaudrainage

Patient	Geschlecht	Alter in Jahren	Diagnosen
U.M.	w	38	Thoraxtrauma
			Pneumothorax
			Lungenkontusion
			Schocksyndrom
			Pulmonale Insuffizienz bei Thoraxinstabilität
			Commotio cerebri
			Vorerkrankungen
			Gelbsucht
			Pankreatitis
			Peritonitis
K.S. gest.	m	39	Thoraxtrauma - Polytrauma
			Rippenfraktur 3-7, Verdacht auf Sternumfraktur
			Hämatothorax, Lungenkontusion
			Verdacht auf Contusio cordis
			Zustand nach Schocksyndrom
			Skalpierungsverletzung
			Weichteilablederung von Oberlippe und Wangenschleimhaut
			Tibiakopftrümmerfraktur und Fibulakopffraktur rechts
			Femurschaftbruch rechts
			Schenkelfraktur rechts und multiple Frakturen
			Pneumonie
			Hämorrhagische Tracheitis
			Vorerkrankungen
			Querschnittslähmung seit 12. Lebensjahr mit Blasenentleerungsstörung
			Zustand nach Nephritis und Schrumpfniere
			chron. Cystopyelonephritis mit Stauungsniere links bei neurogener Entleerungsstörung

Patient	Geschlecht	Alter in Jahren	Diagnosen
M.S.	w	49	Thoraxtrauma
			Hämatopneumothorax links
			Respiratorische Insuffizienz nach Lungenkontusion
			Schocksyndrom
POLYTRAUMA			
Ko.S.	m	18	Polytrauma
			Schwerer Schockzustand
			Schädelhirntrauma
			Ober- und Unterkieferfraktur
			linksseitige Oberschenkel- und Knöchelfraktur
B.F.	m	18	Polytrauma
			Zustand nach Schock
			Contusio cerebri
			Plexusabriß an der Halswirbelsäule links
			Milzruptur
			Lebereinrisse
			Zerreißung der Vena subclavia links
			Sternoclaviculafraktur links
			große Weichteilwunde über linkem Kniegelenk

Patient	Geschlecht	Alter in Jahren	Diagnosen
G. H.	m	18	Polytrauma
			Contusio cerebri
			Aspirationspneumonie
			Hämatothorax links
			Rippenfraktur 4-/links
			Symphysensprengung
			extraperitoneale Blasenruptur
			Oberschenkeltrümmerfraktur rechts
			multiple Prellungen und Abschürfungen
			Peronaeuslähmung rechts
C. H. gest.	m	20	Polytrauma
			Schocksyndrom und Verbrauchskoagulopathie
			Stammhirnkontusion
			Pulmonale Insuffizienz bei Verdacht auf Lungenkontusion und Aspiration
			Pneumothorax links und Verdacht auf Hämatothorax rechts
			Unterschenkelfraktur rechts und links
			Beckenringfraktur mit Symphysensprengung und Hautdurchspießung
			Blasenkontusion
			Retroperitoneales Hämatom und Peritonealeinrisse
			Zustand nach Milzexstirpation und Laparatomie
			Unterkieferfraktur

Patient	Geschlecht	Alter in Jahren	Diagnosen
J.R.	m	22	Polytrauma
			Contusio cerebri
			Contusio cordis
			Zustand nach Reanimation und Schrittmacherimplantation
			Pneumothorax rechts mit Hautemphysem
			Aspirationspneumonie
			Femurschaftfraktur
E.K.	w	32	Polytrauma
			Zwerchfellruptur links mit Lungenkompression
			Commotio cerebri
			Schleudertrauma der Halswirbelsäule
			Kompressionsfraktur des 3. Lendenwirbelkörpers
			Zustand nach Schocksyndrom
			Lungencontusion mit Aspirationspneumonie
			Bronchopneumonie
			Sepsis

POSTOPERATIVE GRUPPE

Patient	Geschlecht	Alter in Jahren	Diagnosen
W. A.	m	58	Operation: Desobliteration mit primärer Streifenplastik nach Carotisstenose links Postoperativer apoplektischer Insult mit Hemiparese rechts Vorerkrankung: Diabetes mellitus
E. B. gest.	m	58	Operation: Relaparatomie, Anastomosenbildung, Drainage, Zustand nach Gastrektomie, Peritonitis Paralytischer Ileus
L. B.	w	62	Operation: Dünndarmresektion Zustand nach Uterusexstirpation Dünndarmperforation, Peritonitis
L. D.	m	50	Operation: Einsetzen eines bifemoralen Gabeltransplantats Arterielle Verschlußkrankheit Zustand nach Herzstillstand und Reanimation, Gerinnungsstörung Pneumonie und pulmonale Insuffizienz Sepsis, Halbseitenlähmung rechts Hepatozellulärer Ikterus bei Sepsis und Hypoxie

Patient	Geschlecht	Alter in Jahren	Diagnosen
A. Dü.	m	67	Operation: Laparatomie Milzexstirpation, Pankreasschwanzresektion, Nephrektomie links, Hemikolektomie links, Drainage eines subphrenischen Abszesses Zustand nach fortgeschrittenem Coloncarcinom der linken Flexur mit Einbruch in die linke Niere kompensierte Herzinsuffizienz am 7. Tag der Therapie Relaparatomie erneute Drainage des subphrenischen Abszesses, Hämorrhagischer Schock bei blutendem Ulcus duodeni
G. F. gest.	m	26	Operation: Laparatomie Zustand nach Appendektomie Portale Dekompensation bei Verdacht auf Fettleber, Hämorrhagisch nekrotisierende Pankreatitis, Peritonitis Bronchopneumonie, Ateminsuffizienz Niereninsuffizienz, Gerinnungsstörung
F. H.	m	48	Operation: Relaparatomie und Revision Zustand nach Ulcusexcision, selektiver proximaler Vagotomie und Pyloroplastik Zustand nach komplettem Platzbauch bei Insuffizienz der Pyloroplastik akute postoperative Psychose Bronchopneumie

Patient	Geschlecht	Alter in Jahren	Diagnosen
W.K.	m	43	Operation: Duodenopankreatektomie chronisch rezidivierende Pankreatitis Zustand nach Magen- und Pankreasresektion Diabetes mellitus
U.R.	w	17	Operation: Appendektomie Zustand nach Appendicitis perforata Diffuse Peritonitis Ateminsuffizienz bei Bronchopneumonie Blutung aus rechtem Bronchialbaum
R.T.	m	23	Operation: subtotale Magenresektion Zustand nach Zwerchfellhernie Pneumothorax und Bülaudrainage Ateminsuffizienz bei Pneumonie, Hautemphysem, subphrenischer Abszeß
G.V. gest.	m	57	Operation: 2-Höhleneingriff wegen Hiatushernie und Ösophaguseinriß Zustand nach Gastritis und Refluxoesophagitis bei Hiatushernie Zustand nach Magenperforation in die Pleurahöhle links Pneumothorax und Bülaudrainage Ateminsuffizienz bei Pleuraemphysem und Pneumonie Toxisches Kreislauf- und Nierenversagen

Patient	Geschlecht	Alter in Jahren	Diagnosen
H.W.	w	57	Operation: Palliative Ösophagojejunotomie, Zustand nach Cardiafundusresektion wegen Magen-CA Zustand nach Milzexstirpation Tumorrezidiv, Metastasierung in das Netz und parietale Peritoneum komplikationsloser Verlauf

TETANUS GRUPPE

G.S. gest.	w	53	Tetanus Rezidivierende Bronchopneumonien Ulcusblutung im Magen und Zwölffingerdarmbereich, Zustand nach Billroth II Thrombose linker Arm, Makrohämaturie Verdacht auf Nierenvenenthrombose Nieren- und Kreislaufversagen
P.B.	w	43	Tetanus Bronchopneumonie

Herrn Professor Dr. med. K. EYRICH danke ich für die Überlassung des Themas und seinem wertvollen Rat bei der Ausführung der vorliegenden Arbeit.

Herrn Professor Dr. med. K. H. WEIS danke ich für die Erlaubnis zur Durchführung der vorliegenden Arbeit.

Für die Übernahme des Korreferates danke ich Herrn Professor Dr. med. E. KERN.

Weiterhin danke ich dem Labor der Medizinischen Klinik Würzburg für die täglich in der Routine ermittelten Laborwerte.

Mein Dank gilt auch der Firma Pfrimmer, Erlangen, für die Unterstützung der vorliegenden Arbeit.

VII. LITERATURVERZEICHNIS

1	Ahnefeld, F.W., Bässler und Mitarbeiter	Skitability of non-glucose-carbonydrats for parenteral nutrition, Europ. I. Intensiv Care Medicine 1., S. 105 (1975).
2	Ahnefeld, F.W., Dölp, R.	Der Basisbedarf im Wasser- und Elektrolytstoffwechsel zur Erhaltung der Homöstase, Infusionstherapie I. S. 58 - 73 Lehmannsverlag München (1973).
3	Bässler, K.H.	Die Rolle der Kohlenhydrate in der parenteralen Ernährung, Zeitschrift für Ernährungswissenschaft, Supplementum 10, Parenteraler Ernährung, Dr. Dietrich Steinhoff Verlag S. 58 (1971).
4	Berg, G., Matzkies, F., Bickel, H.	Dosierungsgrenzen bei der Infusion von Glucose, Sorbit, Fruktose und Xylit und anderen Mischungen, Deutsch medizinische Wochenzeitschrift 99, S. 633 - 638 (1974).
5	Bickel, H., Bünte, H., Coats, D.A., Misch, P., Rauffer, L.v., Scranowitz, P.	Die Verwertung parenteral verabreichter Kohlenhydrate in der postoperativen Phase, Deutsch medizinische Wochenzeitschrift 98, S. 809 - 812 (1973).
6	Brost, F.	Diagnose und Korrektur der Störungen im Wasser- Elektrolyt-Haushalt, Infusionstherapie I. , Lehmanns Verlag München S. 83 - 101 (1973).

7	Burri, C. und G. Krischak	Technik und Gefahren des Kava-Katheters, Infusionstherapie 3, S. 174 - 179 (1976).
8	Deller, B.	Stickstoffbilanzen bei parenteral ernährten Intensivpatienten, Dissertation in Vorbereitung.
9	Deetjen Insbruck	Die physiologische Bilanzierung zu Wasser, Elektrolyten und Nahrungsstoffen, Infusionstherapie 3, S. 67 - 70 (1976).
10	Düsing, R., Kramer, H.I.	Diagnose und Behandlung von Störungen des Kaliumhaushaltes unter besonderer Berücksichtigung der Infusionstherapie, Infusionstherapie 2, S. 409 (1975).
11	Esser, H.	Grundsätzliches zur Applikationstechnik von Infusionen, Infusionstherapie 2, S. 396-400 (1975).
12	Essig, R.	Glucoseverwertung bei parenteral ernährten Intensivpatienten, Dissertation (1978).
13	Escher, I., Fodor, L., Ahnefeld, F.W.	Beeinflussung intraoperativer Umverteilungsstörungen von Elektrolyten durch Canrenoat - Kalium, Infusionstherapie 3., S. 98 - 104 (1976).
14	Fehl, W., Schultis, K., Schultis, K. und O. Brand	Zur Bedeutung der parenteralen Ernährung in der Intensivtherapie, Sonderdruck aus Intensivbehandlung Nr. 1/1976, Dustri Verlag Dr. Karl Feistle, München - Deisenhofen.
15	Göschke, H., Leutenegge, A.	Hyperkalorische Ernährung, Wiener klinische Wochenzeitschrift 89 (5) S. 141 - 146 (1977).
16	Halmagyi, M.	Spezielle Gesichtspunkte der Korrektur bei operierten und traumatisierten Patienten, Infusionstherapie I, S. 118 - 127 Lehmannsverlag, München.

17	Heller, L.	Zielsetzung der parenteralen Ernährung in der postoperativen Phase im: Bedarfsgerechte Infusionstherapie Aktuelle Beiträge im Rahmen des Stuttgarter Infusion - Symposium Mai 1975, Herausgeber: L. Heller.
18	Kadgien, I.	Verwertung von Fructose und Xylit bei vollständiger parenteraler Ernährung, Dissertation 1979.
19	Kolloch, R., Stumpe, K.O.	Infusionstherapie bei Störungen des Natrium- und Wasserhaushaltes, Infusionstherapie 2., S. 401 - 407 (1975).
20	Pfarr, B., Bässler, K.H., Burri, C.	Die Technik der parenteralen Ernährung, in: Grundlagen und Praxis der parenteralen Ernährung, Georg Thieme Verlag S. 163 (1974).
21	Pfarr, B., Burri, C.	Der Elektrolythaushalt in der Verbrennungskrankheit, Infusionstherapie I., S. 156 - 181, Lehmanns Verlag München (1973).
22	Peter, K.	Wasser- und Elektrolythaushalt S. 13-28, Infusionstherapie I., Herausgeber: R. Frey, K. Eyrich, H. Lutz, K. Peter, K.-H. Weis, Aesopus Verlag (1974).
23	Schultis, K., Bickel, H., Beisbarth, H., Brand, O.	Ernährungsphysiologische Möglichkeiten zur Vermeidung stressinduzierter Katabolie, Infusionstherapie I., Sonderheft 2., S. 69 (1973).
24	Shenking, A., Wretlind, A.	Die vollständige parenterale Ernährung mit Aminosäuren, Glucose, Vitaminen und Mineralien unter Einbeziehung von Fetten, Infusionstherapie 4., S. 217 -224 (1977).
25	Siegenthaler, W.	Wasser-und Elektrolythaushalt, 2. überarbeitete und erweiterte Auflage, Georg Thieme Verlag Stuttgart, S. 189-212 (1973).

26	Siegenthaler, W., Truniger, B.	Einteilung, Nomenklatur und Diagnose von Störungen des Flüssigkeitshaushaltes, Infusionstherapie I., S. 77 - 81 Lehmanns Verlag München (1973).
27	Siegenthaler, W., Würsten, D.	Pathophysiologische Grundlagen der Körperflüssigkeiten, Infusionstherapie I., S. 22 - 35 Lehmanns Verlag München (1973).
28	Truniger, B.	Physiologische Grundlagen der Anatomie und Dynamik der Körperflüssigkeiten, Infusionstherapie I., S. 9 - 22 Lehmanns Verlag München (1973).
29	Werve van de., Stakmans, G. W., Hers, H. G.	The effect of insulin on the hlycogenolytic cascade and the activity of glycogen synthese in the liver of anaesthized rabbits, Biochem. J. 162 p. S. 143 - 146 (1977).

LEBENSLAUF

geboren am 4.12.1948	als erster der drei Söhne des Josef Schubert und seiner Ehefrau Magdalena, geb. Pelka in Münnerstadt/Unterfranken
1955 bis 1959	Besuch der Volksschule Münnerstadt
1959 bis 1968	Besuch des Humanistischen Schönborn-Gymnasium Münnerstadt
Juni 1968	Abitur
Oktober 1968 bis März 1970	Ableistung der allgemeinen Wehrpflicht
Oktober 1970	Beginn mit dem Medizinstudium an der Universität Würzburg
September 1973	Ärztliche Vorprüfung
Juni 1975	Beginn der klinischen Promotionsarbeit am Anästhesiologischen Institut der Universität Würzburg
5. 8. 1977	Ärztliche Prüfung
16.10. 1977 bis 30. 5. 1978	Medizinalassistentenzeit auf chirurgischer Abteilung Kreiskrankenhaus Alzenau
1. 6. 1978 bis 15.10. 1978	Medizinalassistentenzeit auf innerer Abteilung Kreiskrankenhaus Alzenau
16.10. 1978 bis 31.12. 1978	Assistent auf chirurgischer Abteilung Kreiskrankenhaus Alzenau
1. 1. 1979 bis 31. 8. 1979	Assistent auf innerer Abteilung im St. Elisabeth-Krankenhaus Bad Kissingen
26. 7. 1979	Heirat mit Fräulein Ingrid Simon
1. 9. 1979 bis 31.12. 1979	Vertretung in der Allgemeinpraxis Dr. Cremer, Lengfurt
1. 1. 1980 bis 31. 3. 1980	Vertretung in der Allgemeinpraxis Dr. Heuring, Geroda
seit 1.4.1980	Niederlassung als praktischer Arzt in Geroda